

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

CARLOS EDUARDO CORRÊA MOLINA

**DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO MULTIDIMENSIONAL
PARA AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS DE ENSINO NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM**

Guaratinguetá
2015

UNESP
Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

Guaratinguetá
2015

CARLOS EDUARDO CORRÊA MOLINA

**DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO MULTIDIMENSIONAL
PARA AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS DE ENSINO NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia Mecânica na área de
Gestão e Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins (UNESP)
Co-orientador: Prof. Dr. José Arnaldo Barra Montevechi (UNIFEI)

Guaratinguetá
2015

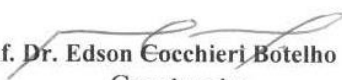
M722d	Molina, Carlos Eduardo Corrêa Desenvolvimento de um instrumento multidimensional para avaliação de práticas de ensino no processo de aprendizagem / Carlos Eduardo Corrêa Molina - Guaratinguetá: [s.n.], 2015. 120 f. : il. Bibliografia: f. 99-108 Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins Coorientador: Prof. Dr. José Arnaldo Barra Montevechi 1. Engenharia de Produção – Estudo e ensino (superior) 2. Avaliação 3. Prática de ensino I. Título CDU 658.5.378(043)
-------	--

CARLOS EDUARDO CORRÊA MOLINA

**ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”**

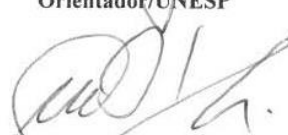
**PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO**

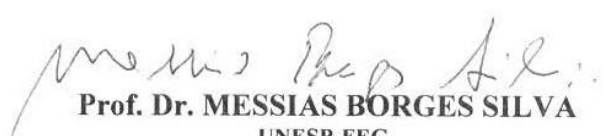
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Edson Cocchieri Botelho
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Orientador/UNESP


Prof. Dr. MAURICIO CESAR DELAMARO
UNESP-FEG


Prof. Dr. MESSIAS BORGES SILVA
UNESP-FEG


Prof. Dr. FABIANO LEAL
UNIFEI


Prof.ª. Dr.ª. CECÍLIA TOLEDO HERNANDÉZ
UFF

Abril de 2015

DADOS CURRICULARES

CARLOS EDUARDO CORRÊA MOLINA

NASCIMENTO	03.10.1973 – SÃO JOSÉ DO RIO PRETO / SP
FILIAÇÃO	José Antônio Molina Navarro Maria Cândida Corrêa Molina
1992/1997	Curso de Graduação em Engenharia Mecânica Escola Federal de Engenharia de Itajubá
2005/2006	Especialização em Educação a Distância Faculdades SENAC
2005/2007	Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, nível de Mestrado Universidade Federal de Itajubá

Dedico este trabalho aos meus pais, minha esposa e filha.

A meus pais, pelo apoio de sempre; a minha esposa Luiza e minha filha Gabriela, pelo amor e inspiração em todas as horas necessárias à finalização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores, professores Fernando Augusto Silva Marins e José Arnaldo Barra Montevechi, primeiramente pela paciência e demonstrações de humanidade, que ficam como os maiores aprendizados desse período, bem como pelo incentivo, apoio e ânimo que me deram a cada um de nossos encontros.

Aos demais professores do programa, tanto pelas disciplinas ministradas, como pela participação e sugestões dadas em um ou outro seminário ou mesmo em conversas informais. A estes, meus mestres, agradeço por toda a bagagem de conhecimentos que muito sabiamente souberam compartilhar.

Aos membros da banca por todas as importantes sinalizações de melhorias tanto na qualificação como na defesa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Agradeço, de forma especial, também aos meus amigos e familiares que torceram por mim, me apoiaram e me incentivaram, de diversas formas, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho.

Por fim, entretanto com primazia sobre todos os demais, agradeço a Deus. Foi Ele quem me colocou onde estou e me deu tudo o que tive: a oportunidade, a capacidade e as pessoas especiais com as quais pude contar para vencer mais essa etapa.

A todos, muito obrigado, de coração!

“Se encontro em mim um desejo que nenhuma experiência desse mundo pode satisfazer, a explicação mais provável é a de que fui criado para um outro mundo”

C. S. Lewis

MOLINA, C. E. C. **Desenvolvimento de um instrumento multidimensional para avaliação de práticas de ensino no processo de aprendizagem**. 2015. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

RESUMO

Esta tese tem por objetivo a construção de mecanismos para mensurar o efeito da utilização de dinâmicas de ensino na engenharia de produção. Entre as principais questões envolvendo a educação na engenharia está a incerteza em relação aos efeitos da utilização de práticas de ensino interativas no processo ensino-aprendizagem. A abordagem metodológica utilizada foi a qualitativa, por meio do desenvolvimento de um estudo de caso explanatório do tipo múltiplos, no qual ocorreram aplicações de uma dinâmica de ensino em turmas diversas e tais aplicações foram investigadas por meio de questionários, observação, análise documental, pré e pós-testes. Os questionários aplicados têm como principal referência um modelo teórico-conceitual de avaliação multidimensional, proposto a partir de pesquisa bibliográfica, que avalia a percepção e motivação dos alunos diante da experiência de aprendizagem lúdica. Em complemento, os pré e pós-testes aplicados, buscam evidenciar o incremento da aprendizagem alcançado com a aplicação da dinâmica em questão. As evidências empíricas apontam para o fato de que as atividades lúdicas promoveram nos alunos uma maior motivação para a aprendizagem e que, de fato, houve incremento na aprendizagem. As contribuições originais mais relevantes para a teoria e para a prática são a proposição do modelo teórico-conceitual de avaliação multidimensional, que inclui as dimensões: Atenção, Relevância, Confiança, Satisfação, Interação, dentre outras possíveis; e, do modelo de avaliação, por meio de pré e pós-testes, para a verificação do incremento de aprendizagem. O modelo aqui utilizado permitiu a análise de dinâmicas de ensino na engenharia de produção, mas tem o potencial de ser aplicado em outros conteúdos. Além de avaliar os efeitos da utilização da prática de ensino, o modelo proposto pressupõe um diagnóstico e plano de ações para melhorias no *design* instrucional da mesma, tendo em vista suas futuras aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Educação na Engenharia de Produção, Avaliação, Dinâmicas de Ensino, Práticas de Ensino.

MOLINA, C. E. C. The development of a multidimensional tool in assessing teaching practices in the learning process. 2015. 120 f. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

ABSTRACT

This paper intends to build mechanisms that measure the effectiveness of playful activities in teaching Production Engineering concepts. The uncertainty about this effectiveness regarding these practices in the teaching-learning process is one of the main issues in the engineering education. The methodology used was qualitative, by developing an explanatory case study, applying the case and studying it through observation, surveys, documentary analysis and pre and posttests. The applied surveys are reference of a theoretical-conceptual model regarding multidimensional evaluation, withdrawn from a theoretical background, that assesses the students' perception and motivation in facing the playful experience. On the other hand, pre and posttests point out the learning increase that students acquired with the dynamics. The empirical evidence indicate that the playful activities provided to the students motivation to learn, increasing indeed their learning. The most relevant and original contributions to this theory and its practice are the proposition of a theoretical-conceptual model regarding multidimensional evaluation that includes many dimensions (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction, Interaction, among others) and the assessment model (pretests and posttests) that checks the learning increase. This model allowed the dynamic's analysis in teaching Production Engineering concepts, although it could also be applied in other situations. Besides evaluating the effectiveness of this teaching technique, the suggested model predicates diagnosis and action plans in order to improve instructional design of the playful activity, in view of future applications.

KEYWORDS: Production Engineering Education, Assessment, Teaching Dynamics, Teaching Practice.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ADM	Administração
AP	Aproveitamento (Indicador de)
ARCS	Atenção-Relevância-Confiança-Satisfação
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COLLES	<i>Constructivist On-Line Learning Environment Survey</i>
EaD	Educação a Distância
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FEG	Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
Grad.	Graduação
IMMS	<i>Instructional Materials Motivational Survey</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MBA	<i>Master Business Administration</i>
MIB	Montagem Interativa de Bloquinhos
MVP	Motivação, Vontade e <i>Performance</i>
M&D	Mestrado e Doutorado
OTED	<i>One Touch Exchange or Die</i>
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
STP	Sistema de Toyota de Produção
TRF	Troca Rápida de Ferramentas
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Argumentos para a pesquisa bibliográfica	17
Quadro 02	Resultado da pesquisa bibliográfica na base <i>Science Direct</i>	18
Quadro 03	Ações requeridas para o cumprimento dos objetivos específicos	20
Quadro 04	Estrutura do estudo de caso aplicada na tese.	49
Quadro 05	Resumo das quatro aplicações da Dinâmica MIB e questionários	66
Quadro 06	Perfil das turmas	67
Quadro 07	Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Estudo Piloto)	68
Quadro 08	Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Turma MBA)	73
Quadro 09	Teste de <i>Wilcoxon</i> aplicado às respostas do pré e pós-teste – Turma MBA	76
Quadro 10	Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Turma ADM)	78
Quadro 11	Teste de <i>Wilcoxon</i> aplicado às respostas do pré e pós-teste – Turma ADM	82
Quadro 12	Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Turma M&D)	84
Quadro 13	Teste de <i>Wilcoxon</i> aplicado às respostas do pré e pós-teste – Turma M&D	86
Quadro 14	Comparação dos AP's calculados em cada turma	88
Quadro 15	Análise parcial das questões da dimensão 'Confiança'	91
Quadro 16	Comparação dos resultados do Teste de <i>Wilcoxon</i>	92
Quadro 17	Proposta de alteração na escala <i>likert</i> do pós-teste	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Representação da interseção entre as categorias de palavras-chave e dos resultados de busca	18
Figura 02	Representação do sistema de escolha e edição do questionário multidimensional de avaliação	52
Figura 03	Representação dos testes para avaliação da aprendizagem	53
Figura 04	Representação esquemática do Modelo Multidimensional para Avaliação de Práticas de Ensino	55
Figura 05	Indicador AP, calculado a partir da normalização de p	59
Figura 06	Peças a serem montadas, com as letras indicando a responsabilidade de cada Operador	62
Figura 07	Peças sem organização	63
Figura 08	Peças organizadas após 5 S's	64
Figura 09	Substituição de 1 sequência por <i>kanban</i>	64
Figura 10	<i>Kanban</i> & Nivelamento	65
Figura 11	Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma MBA	75
Figura 12	Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma ADM	80
Figura 13	Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma M&D	86
Figura 14	Comparação visual dos AP's calculados em cada turma	89

SUMÁRIO

RESUMO	10
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Justificativa e relevância do tema	16
1.2 Objetivos	19
1.3 Proposições	21
1.4 Relevância Científica e Contribuições	21
1.5 Estrutura do trabalho	22
1.6 Delimitações do trabalho	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1 Educação na Engenharia	24
2.2 Jogos, Simulações e Dinâmicas de Ensino	27
2.2.1 Motivação, envolvimento e interação proporcionados pelas dinâmicas de ensino	29
2.2.2 Discussão preliminar sobre os efeitos das dinâmicas de ensino	31
2.3 Avaliação dos jogos, simulações e dinâmicas de ensino	35
2.3.1 A razão para se avaliar as atividades de ensino	35
2.3.2 Os níveis de avaliação de Kirkpatrick	36
2.3.3 Avaliação no Nível 1 – Reação	38
2.3.4 Avaliação no Nível 2 – Aprendizagem	43
3 PERCURSO METODOLÓGICO	46
3.1 Metodologia da Pesquisa	46
3.1.1 Projeto do Estudo de Caso	48
3.1.2 Avaliação e coleta de dados no estudo de caso	50
3.1.3 Condução do caso piloto	51
3.2 O modelo proposto para avaliação de práticas de ensino	51
3.3 Proposta para Avaliação no Nível 1 – Reação	56
3.4 Proposta para avaliação no Nível 2 – Aprendizagem	59
4 DESCRIÇÃO DA DINÂMICA MIB	61
4.1 Preparação geral	62
4.2 Rodada 1 – sem organização	62
4.3 Rodada 2 – organização pelo conceito 5S	63
4.4 Rodada 3 – inclusão de <i>kanban</i>	64
4.5 Rodada 4 – <i>kanban</i> & nivelamento	65
5 ANÁLISE DOS CASOS	66
5.1 Análise da Dinâmica MIB – Estudo Piloto	68
5.1.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento	68
5.1.2 Análise das questões abertas	68
5.1.3 Considerações complementares – Estudo Piloto	71
5.2 Análise da Dinâmica MIB – Turma MBA	72
5.2.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento	72
5.2.2 Análise das questões abertas	73
5.2.3 Análise dos pré e pós testes	74
5.2.4 Considerações complementares – Dinâmica MIB com a Turma MBA	77
5.3 Análise da Dinâmica MIB – Turma Graduação em Administração	78
5.3.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento	78
5.3.2 Análise das questões abertas	79
5.3.3 Análise dos pré e pós testes	80
5.3.4 Considerações complementares – Dinâmica MIB com a Turma ADM	82
5.4 Análise da Dinâmica MIB – Turma Mestrado & Doutorado	83

5.4.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento	83
5.4.2 Análise das questões abertas	84
5.4.3 Análise dos pré e pós testes	85
5.4.4 Considerações complementares – Dinâmica MIB com a Turma M&D	87
5.5 Análise Intercasos	87
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
6.1 Avaliação das proposições	94
6.2 Implicações para a teoria e para a prática	95
6.3 Limitações da pesquisa	96
6.4 Recomendações para trabalhos futuros	97
REFERÊNCIAS	98
ANEXO A – Questionário multidimensional para Avaliação no Nível 1	108
ANEXO B – Questões da Dinâmica MIB para Avaliação no Nível 2	110
ANEXO C – Respostas para Avaliação no Nível 1	113
ANEXO D – Respostas para Avaliação no Nível 2	117
ANEXO E – Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma M&D (apresentação visual alternativa)	120

1 INTRODUÇÃO

Os alunos não aprendem simplesmente recebendo informações, mas sim de forma construtiva através de um processo de reflexão sobre o material e interação com ele. Dessa forma, educadores das mais diversas áreas e níveis de ensino procuram formas alternativas que permitam fornecer aos seus alunos um processo de ensino-aprendizagem eficaz. Tal aprendizagem pode ser operacionalizada por meio de jogos ou dinâmicas educacionais, simulações ou práticas de ensino lúdicas¹ em geral, que proporcionem uma aprendizagem experiencial (relacionada ao cotidiano), ativa (construtivista) e interativa (sócio-interacionista).

Para Lee e Hammer (2011), o sucesso dos jogos em ambientes sociais e para o entretenimento de forma geral faz com que pesquisadores acreditem que estes também possam ser usados na educação como uma ferramenta para aumentar o envolvimento ou engajamento dos alunos e, mais do que isso, estimular comportamentos de aprendizagem desejáveis.

É muito relevante, também, o fato de pesquisadores afirmarem que tais práticas de ensino lúdicas devem complementar o ensino pelo método expositivo convencional (TAN, TSE; CHUNG, 2010; TORRENTE *et al.*, 2009), ao invés de serem vistos como substituto deste.

Assim, seja como complemento ou como principal estratégia para a apresentação de um determinado conteúdo, os jogos, simulações ou dinâmicas de ensino devem ser utilizados com o devido respaldo de pesquisas que comprovem os seus efeitos positivos no processo ensino-aprendizagem, evitando assim que seu uso possa caracterizar-se apenas como um acompanhamento de tendências ou, como afirma Johnson (2003), um modismo.

1.1 Justificativa e relevância do tema

Segundo Kolb (1976; 1984), a aprendizagem experiencial nada mais é que a forma natural pela qual os seres humanos aprendem, crescem e se desenvolvem. De fato, é por esse motivo, que práticas de ensino lúdicas são implementadas em todos os níveis de ensino, nas mais diversas áreas do saber e não são uma novidade da era presente em que se consagrou o uso das novas tecnologias da informação e comunicação.

¹ Por “Práticas de Ensino Lúdicas”, entende-se os jogos pedagógicos, brincadeiras, dinâmicas de grupo, simulações etc., que, segundo Piaget (1975), constitui-se um dos principais meios pelos quais o aprendiz constrói o conhecimento sobre o mundo físico e social.

A relevância do tema em questão, ou seja, da avaliação de práticas de ensino aplicadas à conteúdos da engenharia de produção, é salientada ao se considerar aspectos gerais, tais como:

- o uso de elementos lúdicos em outros contextos tem alcançado sucesso no sentido de aumentar a motivação e participação do usuário/aluno (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2013);
- a aprendizagem colaborativa é uma forma pela qual os alunos exercitam a importante postura de respeito pelos outros, pelas diferenças e pela contribuição que seus colegas podem acrescentar ao processo ensino-aprendizagem; além de facilitar, de fato, o incremento de seu desempenho na aprendizagem (KUO; HWANG; LEE, 2012; SCHELLEN; VALCKE, 2005; SUNG; HWANG, 2013);
- o uso do método pedagógico tradicional expositivo tende a adicionar relativamente pouco para o conhecimento dos alunos, uma vez que não reconhece as diferenças individuais e, uma vez que ignora o papel da experiência na formação do conhecimento (MANOLIS *et al.*, 2013);
- as dificuldades enfrentadas por tomadores de decisão e a necessidade de aprendizagem contínua, que promovam verdadeira vantagem competitiva para as organizações, são exigências impostas sobre a educação dos futuros engenheiros. Assim, o uso de práticas de ensino lúdicas é adequado para mediar o conhecimento intangível através da experiência e permitir que os futuros engenheiros experimentem e aprendam em ambientes seguros, mas realistas (HAUGE *et al.*, 2012).

Porém, de forma mais pontual, justifica-se a presente pesquisa pelo fato de encontrar-se pouca evidência empírica que avalie os efeitos de práticas de ensino lúdicas quando aplicadas ao ensino formal e, principalmente, na engenharia de produção.

Quadro 01 – Argumentos para a pesquisa bibliográfica.

<i>Categoria</i>	<i>Palavras-chave utilizadas para pesquisa realizada em “title-abs-key”</i>
Práticas de Ensino Lúdicas	“game-based learning” OR “serious games” OR “simulation-based learning” OR “simulation-based education” OR “experiential learning” OR “interactive learning” OR “active learning” OR “teaching/learning strategies” OR “problem-based learning”
Efetividade	assessment OR evaluation OR effectiveness OR “learning outcomes”
Engenharia de Produção	“production engineering” OR “industrial engineering” OR “business management”
Revisão da Literatura	“systematic literature review” OR “systematic review” OR “literature review”

Um levantamento bibliográfico realizado na base de dados “*Science Direct*” revelou um total de 2.028 artigos, nos últimos 10 anos, que respeitam aos argumentos de pesquisa

apresentados no Quadro 01. Destes, há um número extremamente reduzido de artigos que consideram a interseção das categorias “Efetividade”, “Práticas de Ensino Lúdicas” e “Engenharia de Produção”, conforme Quadro 02 e Figura 01.

A busca de artigos nessa base de dados, em conjunto ou separadamente, nas diversas combinações possíveis entre as categorias, apresenta os seguintes argumentos:

- *title-abs-key(("game-based learning" OR "serious games" OR "simulation-based learning" OR "simulation-based education" OR "experiential learning" OR "interactive learning" OR "active learning" OR "teaching/learning strategies" OR "problem-based learning") AND (assessment OR evaluation OR effectiveness OR "learning outcomes") AND ("production engineering" OR "industrial engineering" OR "business management") AND ("systematic literature review" OR "systematic review" OR "literature review"))*.

Quadro 02 – Resultado da pesquisa bibliográfica na base *Science Direct*.

<i>Categoria</i>	<i>Combinação das categorias / Número de artigos encontrados</i>										
Práticas de Ensino Lúdicas	X	X	X	X	X	X	X	X	Educação (geral)		
Efetividade		X		X		X		X			X
Engenharia de Produção					X	X	X	X	X	X	X
Revisão da Literatura			X	X			X	X		X	
<i>Nº de artigos encontrados:</i>	2.028	751	33	17	2	1	---	---	63	1	16

Dos 2028 artigos resultantes da busca, 1260 artigos tratam da apresentação de práticas de ensino lúdicas aplicadas em quaisquer outras áreas do saber, dentre as quais o estudo de Haynei *et al.* (2011) destaca a medicina, formação militar, ciências, matemática, ensino da língua ou de línguas, sistemas de informação, engenharia de *software*, ciência da computação, dentre outros.

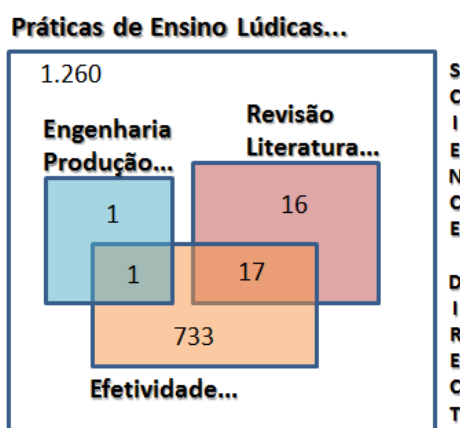


Figura 01 – Representação da interseção entre as categorias de palavras-chave e dos resultados de busca.

Em grande parte, os artigos apresentam propostas de uso de jogos, simulações, dinâmicas de ensino etc., sem entrarem no mérito da avaliação de seus efeitos no processo ensino-aprendizagem. Entre estes, 751 artigos tratam, ainda que seja de forma incipiente, de algum aspecto avaliativo e de efetividade (ver Figura 01). Entretanto, apenas 1 artigo se relaciona diretamente com a aplicação em cursos ou disciplinas da engenharia de produção. Há que se considerar os artigos que estão na interseção entre as categorias “Revisão de Literatura”, “Efetividade” e “Práticas de Ensino Lúdicas” que, embora não tratem de aplicações na engenharia de produção, podem enriquecer a presente pesquisa com experiências de outras áreas, tais como o ensino de medicina, que aparece em grande parte destes 17 artigos.

O Quadro 02 apresenta ainda os resultados em que a categoria “Práticas de Ensino Lúdicas” foi substituída por expressões relacionadas à educação (*education OR learning OR teaching OR training*). Embora os artigos encontrados nessa pesquisa não tratem diretamente do uso de práticas de ensino lúdicas, alguns destes também têm sua utilidade para a pesquisa.

Entre os autores e artigos pesquisados, mesmo entre os que tratam de avaliação da efetividade, é comum o entendimento de que atualmente ainda há poucos trabalhos com pesquisa empírica que apresente evidências relevantes sobre o efeito de experiências lúdicas nos alunos (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2013). Tais considerações são retomadas no capítulo seguinte, onde se apresentam os referenciais teóricos da presente pesquisa.

Sendo assim, fica clara a relevância do tema, uma vez que diante da escassez de trabalhos científicos com esse direcionamento, o trabalho representa bom potencial de trazer benefícios à academia e aos educadores que vislumbram utilizar e avaliar o uso de práticas de ensino lúdicas na apresentação de seus conteúdos, em seus cursos e disciplinas.

1.2 Objetivos

O objetivo geral da presente tese é construir mecanismos para mensurar o efeito da utilização de dinâmicas de ensino na Engenharia de Produção.

Para atender tal fim, definem-se como objetivos específicos:

- A. propor um modelo multidimensional de avaliação de práticas de ensino diversas;
- B. construir questionário multidimensional para a avaliação da reação dos alunos (1º nível de avaliação de Kirkpatrick);
- C. formular os pré e pós-testes para a avaliação dos aspectos relativos à aprendizagem propriamente dita (2º nível de avaliação de Kirkpatrick).

- D. avaliar sucessivas aplicações de uma determinada dinâmica de ensino (estudo de caso do tipo múltiplos), sujeitando o modelo proposto e os instrumentos de avaliação à prova;
- E. planejar a criação de um sistema informatizado para sistematização da escolha das dimensões e questões, o planejamento da avaliação nos dois níveis e os cálculos necessários para tal avaliação.

As principais ações requeridas para o cumprimento dos objetivos traçados são apresentadas no Quadro 03, sendo que estas ações, em conjunto, levarão ao cumprimento do objetivo geral da tese.

Quadro 03 – Ações requeridas para o cumprimento dos objetivos específicos.

Objetivo Específico	Ações a implementar
<i>A</i>	Aprofundamento da pesquisa bibliográfica em relação aos níveis de avaliação de Kirkpatrick, abordando principalmente os níveis da reação (a forma como os alunos se sentem em relação ao treinamento ou experiência de aprendizagem) e aprendizagem (o aumento de conhecimento em torno do assunto em questão) (KIRKPATRICK, 1994).
<i>B</i>	- Aprofundamento da pesquisa bibliográfica em relação as dimensões da motivação (KELLER, 1993; 2009) e outras possíveis dimensões que melhor se adequem às características como interação e aprendizagem colaborativa (PITTENGER; DOERING, 2010; TAYLOR; MAOR, 2000), presentes nas dinâmicas avaliadas. - Escolha das dimensões e questões aplicáveis ao propósito educacional determinado pelo professor facilitador (customização do questionário). - Adequação do questionário (se necessário) ao final de cada aplicação da dinâmica.
<i>C</i>	- Explicitação dos conceitos-chaves abordados na dinâmica (realizado pelo professor facilitador da dinâmica). - Proposição de afirmativas (falsas ou verdadeiras) que contemple os conceitos-chaves. - Adequação das afirmativas (se necessário) ao final de cada aplicação da dinâmica.
<i>D</i>	- Escolha da turma e agendamento para aplicação da dinâmica. - Aula de introdução sobre o conteúdo (se aplicável). - Aplicação da dinâmica e dos instrumentos de avaliação. - Observação da realização da dinâmica e identificação de aspectos da motivação e comentários dos alunos, bem como a motivação e percepção do professor em relação aos efeitos da dinâmica na aprendizagem.
<i>E</i>	Estabelecimento dos parâmetros mínimos necessários para a criação do sistema informatizado (requisitos do sistema). Tal ação é decorrente, de forma indireta, da apresentação dos resultados obtidos com as avaliações realizadas.

Cabe salientar que o cumprimento do objetivo geral não está condicionado à criação do sistema informatizado. A medição do impacto da utilização de dinâmicas de ensino não ficará comprometida se, como resultado da pesquisa, o sistema informatizado estiver apenas no *status* de planejado.

1.3 Proposições

No presente trabalho duas proposições são estabelecidas, sendo que a “Proposição 1” é que a utilização de dinâmicas de ensino contribui para o enriquecimento do processo ensino-aprendizagem de tópicos da engenharia de produção, na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Já a “Proposição 2” é que uma avaliação sistemática de uma dinâmica de ensino permite, não apenas a verificação da “Proposição 1”, mas subsidia as análises e a melhoria contínua da dinâmica explorada.

1.4 Relevância Científica e Contribuições

Os jogos ou dinâmicas educacionais representam uma ótima ferramenta na área da educação e estudos acerca deste tema têm se tornado cada vez mais frequentes no campo acadêmico. Existe a expectativa entre professores e pesquisadores de que estes possam trazer benefícios para os processos de ensino e aprendizagem (VON WANGENHEIM; SAVI; BORGATTO, 2011), de forma que, diversos jogos e dinâmicas têm sido desenvolvidos e utilizados em diferentes níveis de ensino e disciplinas.

Porém, embora se tenha indícios de que os jogos e dinâmicas educacionais possam ser ferramentas capazes de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem (PRENSKY, 2001; GARRIS; AHLERS; DRISKELL, 2002), e que este tipo de recurso atraia a atenção de professores e alunos, muitas vezes não se busca dimensionar o grau de contribuição que determinados jogos educacionais podem trazer (AKILLI, 2007).

A avaliação dos jogos e dinâmicas educacionais geralmente é limitada e, por vezes, inexistente (CONNOLLY; STANSFIELD; HAINEY, 2007). Hays (2005) comenta que em muitos casos a decisão em utilizá-los é baseada em suposições de seus benefícios, ao invés de ser fundamentada em avaliações mais formais e concretas. Com base em alguns referenciais teóricos como o modelo de avaliação de Kirkpatrick (1994), o modelo ARCS (KELLER, 1983; KELLER, 1987; KELLER, 1993) e outros já consagrados, alguns pesquisadores, como Von Wangenheim, Savi e Borgatto (2011) têm proposto diferentes tipos de avaliação de jogos e dinâmicas educacionais.

Savi (2011), em sua tese sobre “Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento” apresenta um modelo de avaliação da qualidade de jogos educacionais utilizados em engenharia de *software* e avalia apenas a percepção ou reação (KIRKPATRICK, 1994) dos alunos, sem aprofundar ao nível da aprendizagem, o que deixa como sugestão para trabalhos futuros.

A perspectiva de insuficiente pesquisa empírica com evidências sobre o efeito de experiências lúdicas, em especial na engenharia de produção, deixa clara a relevância científica e originalidade da presente tese e constitui vasto campo para discussão acadêmica. Além disso, a originalidade do trabalho é também explicitada no agrupamento e adaptação de modelos já consagrados, bem como na proposição ou inclusão de dimensões e questões igualmente relevantes, a partir da revisão da literatura.

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho de pesquisa é constituído de seis capítulos, sendo que o Capítulo 1 trata da apresentação da relevância do tema e sua justificativa, os objetivos do trabalho, as proposições, as contribuições científicas e delimitação da pesquisa.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico sobre os temas “Educação na Engenharia”, “Utilização de Jogos, Simulações e Dinâmicas de Ensino” e “Avaliação de Dinâmicas de Ensino”, identificando os “recortes” mais adequados para a definição do trabalho de pesquisa e do modelo multidimensional para avaliação de dinâmicas de ensino.

O percurso metodológico é apresentado detalhadamente no Capítulo 3, enquanto o Capítulo 4 destina-se à apresentação da dinâmica de ensino a ser estudada. O Capítulo 5, por sua vez, refere-se à aplicação da dinâmica em turmas distintas de sistemas de produção da UNIFEI, apresentando e comparando cada um dos casos com a literatura (análise intracaso), e comparando também os casos entre si (análise intercasos).

Por fim, o Capítulo 6 apresenta as considerações finais do trabalho, implicações para a teoria e para a prática, limitações e recomendações para trabalhos futuros.

1.6 Delimitações do trabalho

Este trabalho tem como proposta apresentar discussões referentes à avaliação de práticas de ensino lúdicas na engenharia de produção. Uma vez que, cada área do saber ou carreira possui suas particularidades em relação aos conteúdos abordados, não se espera que os instrumentos de avaliação (questionários, pré e pós-testes) sejam facilmente aplicáveis a outros contextos. Entretanto, pretende-se estudar e propor um número limitado de dimensões a serem abordadas na pesquisa, mas, em contrapartida, estabelecer os parâmetros necessários para a criação de um sistema informatizado, que permitirá sistematizar a escolha das dimensões (e inclusão de outras), o planejamento da avaliação e os cálculos necessários para a avaliação do efeito das práticas de ensino adotadas.

Cabe dizer ainda que, garantida ou não a efetividade das dinâmicas estudadas para o processo ensino-aprendizagem de conteúdos específicos da engenharia de produção, a presente pesquisa não pretende servir como suporte a generalizações, mas sim, facilitar a replicação de estudos similares em outros contextos.

No tocante a aplicação dos pré e pós-testes, embora existam pesquisadores que os apliquem mediante o estabelecimento de grupos experimentais/controle e comparação dos resultados entre estes grupos, a presente pesquisa adota a sistemática diferenciada de aplicar a dinâmica, bem como os pré e pós-testes, a todos os alunos participantes. Tal decisão é fundamentada no capítulo seguinte, onde se apresentam os referenciais teóricos da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Educação na Engenharia

Tratar do tema “Educação na Engenharia” na atualidade é reconhecer a necessidade de um currículo que proporcione aos futuros engenheiros oportunidades de aprendizagem que utilizem as mais recentes tecnologias, visando com isso enriquecer e ampliar o aporte de conhecimento para que os graduados sejam mais bem preparados para trabalhar em uma economia global e em constante mudança (NAE, 2005).

Embora a discussão seja permeada pelas questões que envolvem a tecnologia, segundo Hauge *et al.* (2012), diante da globalização, avanços tecnológicos em ritmo acelerado, dificuldades enfrentadas por tomadores de decisão e a necessidade de aprendizagem contínua, faz-se necessário, para que se possibilite uma verdadeira vantagem competitiva para as organizações, que se atente para as novas exigências em relação a educação dos futuros engenheiros. O foco, portanto, diz respeito ao desenvolvimento de competências de colaboração, bem como a procura de possibilidades de formação de apoio à visão de aprendizagem ao longo da vida.

Em se tratando de aprendizagem colaborativa², Ríos *et al.* (2010) relatam a experiência de mais de 20 anos com a aprendizagem baseada em projetos no ensino superior de engenharia. O relato dá certa ênfase no trabalho colaborativo e nas suas contribuições para o processo ensino-aprendizagem e, segundo os autores, trata-se da metodologia de ensino mais adequada para o desenvolvimento de competências, vinculando o ensino com a esfera profissional. Esta técnica de aprendizagem, por ser baseada na cooperação, participação ativa e interação, oferece múltiplas possibilidades para o desenvolvimento de competências técnicas, contextuais e comportamentais, uma vez que os alunos aprendem a trabalhar em equipe e são despertados para um novo panorama, onde o espírito de investigação e inovação, a criatividade para a geração de novos conhecimentos, o pensamento produtivo e a motivação dão suporte ao aprendizado e à resolução de problemas.

Nesse período da experiência relatada por Ríos *et al.* (2010), o modelo de Gestão do Conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1995) tem sido um importante aporte teórico por apresentar o fluxo entre os processos de conhecimento explícito e tácito. Enquanto o conhecimento explícito pode ser facilmente expresso em linguagem formal e sistemática, o

² O termo Aprendizagem Colaborativa (ou Interacionismo) refere-se ao conceito de Vygotsky (1996) de interação entre o indivíduo e a cultura, fundamental para que aconteçam mudanças no seu desenvolvimento.

conhecimento tácito é muito mais difícil de articular, pois requer que o conhecimento ganhe vida através de “fazer as coisas” e mediante a interação e participação das outras pessoas. O modelo consiste em quatro modos de conversão do conhecimento: socialização, exteriorização, combinação e internalização.

O conhecimento produzido por meio do “fazer as coisas” é apresentado também por Ríos *et al.* (2010), uma vez que o trabalho descreve as discussões realizadas em um *workshop* sobre o uso de jogos, simulações e dinâmicas na formação de engenheiros. O *workshop* apresenta a realidade em que várias instituições de ensino estão se dirigindo para uma mudança em direção ao uso de métodos de ensino que envolvam a aprendizagem experiencial.

A aprendizagem experiencial segundo Kolb (1976; 1984) nada mais é que a forma natural pela qual os seres humanos aprendem, crescem e se desenvolvem. Assim, o Modelo de Aprendizagem Experiencial visa detalhar as diferentes maneiras que as pessoas aprendem pela experiência e identificar quatro estilos de aprendizagem distintos.

Manolis *et al.* (2013) discutem diversas críticas ao modelo de Kolb, muitas delas já respondidas anteriormente, e enfatizam o fato de que este modelo pressupõe que os indivíduos só podem possuir um estilo de aprendizagem. Assim, reconhecendo que os indivíduos podem possuir mais que um estilo de aprendizagem, discutem a proposição e validação de um novo modelo em substituição ao modelo de Kolb. Os autores se baseiam em uma premissa defendida por vários outros estudiosos e afirmam que o uso do método pedagógico tradicional expositivo tende a adicionar relativamente pouco para o conhecimento dos alunos, uma vez que não reconhece as diferenças individuais e, portanto ignora o papel da experiência na formação do conhecimento e também a necessidade de centralidade no aprendiz.

De acordo ainda com Manolis *et al.* (2013), a aprendizagem experiencial se baseia na importância da experiência pessoal no processo educativo, sendo que os indivíduos podem ter uma quantidade ilimitada de informações, mas podem não estar dispostos a envolver-se em tarefas onde essas informações possam ser utilizadas de forma produtiva, particularmente, quando eles não têm experiência em fazer isso. Dessa forma, a aprendizagem experiencial, segundo os autores, proporciona aos alunos a oportunidade de aplicar diretamente as informações que possuem, a fim de construir um sentimento de sucesso na aprendizagem, sendo que esta ocorre por meio das experiências próprias e da troca de experiências com seus pares, independentemente da predominância de um ou outro estilo de aprendizagem no indivíduo ou mesmo no grupo de alunos.

Assim, concordando com Grade, Cudney e Corns (2011), que afirmam ser necessário o desenvolvimento de um currículo que utilize o melhor das tecnologias em um modelo de instrução que equipe os engenheiros com as habilidades necessárias para satisfazer as expectativas do mercado, acrescenta-se a necessidade de promoção, não apenas do bom uso das tecnologias, mas da aprendizagem colaborativa, promovida por meio de interação e troca de experiências entre os alunos de engenharia.

Tal perspectiva é válida para os cursos de engenharia em geral, mas particularmente para as áreas de gestão de negócios e engenharia de produção, que envolvem a grande necessidade de se exercitar a tomada de decisão em diferentes cenários, prevendo os riscos antes de qualquer implementação real (BORRAJO *et al.*, 2010; CUDNEY *et al.*, 2011). Muitos outros autores pesquisados, tais como Chwif e Barretto (2003), Smeds (2003), Lainema e Hilmola (2005), Lewis e Maylor (2007), indicam o alto potencial dos jogos, simulações e dinâmicas para a o fortalecimento de habilidades na tomada de decisões.

Há que se considerar ainda que as estratégias pedagógicas centradas no aprendiz têm sido amplamente difundidas e recebido a denominação Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) - do inglês *Problem Based Learning* (PBL) - ou ainda, alguma variante em que a letra "P" se refere também a Projetos (*Project*) ou Práticas (*Practice*). Para a presente pesquisa, o que define a estratégia pedagógica é o uso de dinâmicas que levem os alunos a uma prática simulada e que resgata suas experiências ou práticas anteriores para a construção do conhecimento. Assim, a utilização de dinâmicas de ensino pode ser caracterizada como uma estratégia que se aproxima dos métodos de aprendizagem baseada em práticas. De acordo com Felder *et al.* (2000), práticas docentes como a ABP permitem estimular o interesse pelos conteúdos das unidades curriculares bem como contribuem para o desenvolvimento da capacidade dos alunos em resolver problemas.

Para autores como Gherardi e Nicolini (2000), Sawchuk (2003), Nicolini, Gherardi e Yanow (2003) a Aprendizagem Baseada em Práticas se refere à aprendizagem presente na prática cotidiana e aos espaços cotidianos como locais destinados a produção contínua do conhecimento coletivo.

Na revisão da literatura da aprendizagem no trabalho de Fenwick e Rubenson (2005) ressalta-se a aprendizagem como aquisição ou desenvolvimento individual sem, no entanto, desconsiderar que aquilo que o indivíduo aprende afeta o grupo e, mais do que isso, as condições para a aprendizagem e desenvolvimento de capacidades são fomentadas pelo coletivo.

As muitas estratégias de aprendizagem contemporâneas têm em comum a preocupação dos estudiosos e práticos, em geral docentes, com o alcance do sucesso dos profissionais em cada área do saber.

Em se tratando da Educação na Engenharia, cabe lembrar a contribuição dada por diversos autores tais como Kolb (1976; 1984) e seu Modelo de Aprendizagem Experiencial; Ausubel *et al.* (1980) com a Teoria da Aprendizagem Significativa; Felder e Silverman (1998) que apresentam os diferentes Estilos de Aprendizagem dos alunos; Gardner e Hatchb (1989) e as Inteligências Múltiplas; Mazur (1997) e seu método de Instrução pelos Colegas – do inglês *Peer Instruction* – etc. O conhecimento de tais teorias e modelos, conforme ressaltam Bazzo *et al.* (2012), deve direcionar os esforços para a necessária complementaridade entre as formas tradicionais de transmissão e construção do conhecimento e métodos ativos de ensino que incluem, por exemplo, a utilização de jogos, simulações e dinâmicas de aprendizagem.

2.2 Jogos, Simulações e Dinâmicas de Ensino

A adoção de práticas de ensino lúdicas, de forma geral, é um assunto bastante relevante e com apelo no âmbito acadêmico-científico. Haja vista a pesquisa realizada na base de dados *Science Direct*, buscando apenas nos títulos, resumos e palavras-chave, retornar a quantidade de 2.028 artigos, nos últimos 10 anos. Tal pesquisa apresenta como resultado um valor superior a 13.000 artigos, quando realizada em todo o corpo dos artigos da base, conforme se observa:

- 2.028 articles found for: *pub-date > 2002 and title-abs-key("game-based learning" OR "serious games" OR "simulation-based learning" OR "simulation-based education" OR "experiential learning" OR "interactive learning" OR "active learning" OR "teaching/learning strategies" OR "problem-based learning")*.
- 13.263 articles found for: *pub-date > 2002 and ("game-based learning" OR "serious games" OR "simulation-based learning" OR "simulation-based education" OR "experiential learning" OR "interactive learning" OR "active learning" OR "teaching/learning strategies" OR "problem-based learning")*.

Charsky (2010) define alguns dos termos de pesquisa mencionados. Para o autor, os jogos e simulações são muito semelhantes, o que torna difícil diferenciá-los.

Em linhas gerais, as simulações são tipicamente caracterizadas pela representação de papéis ou responsabilidades que o indivíduo assume. Normalmente, os papéis e as responsabilidades remontam a um papel profissional, ou seja, um médico, um advogado, um montador, um gerente de qualidade etc., que exige tomada de decisão e posturas específicas

diante das situações. Tais simulações colocam o indivíduo em um contexto em que ele é livre para experimentar diferentes estratégias. Um bom exemplo, dado pelo autor, são os simuladores de voo, aplicáveis a um contexto específico de treinamento e aprendizagem.

Os jogos, por sua vez, não precisam, necessariamente, tratar de contextos específicos, mas eles podem levar a situações em que se utilizam personagens, cenários, e assim por diante: situações fictícias. Nesse caso, cabe ressaltar que o mesmo exemplo dado anteriormente, os simuladores de voo, surgiram a partir de jogos que possuíam, em sua origem, características como concorrência e fantasia, para criar uma experiência divertida.

Kosmadoudi *et al.* (2013) bem como diversos outros autores utilizam o termo “*serious games*” o qual, segundo os autores, foi cunhado por Clark Abt, que o apresentou a partir do entendimento da possibilidade de extensão dos jogos para além de seu limite natural: o entretenimento.

Os *serious games* são apresentados por Pourabdollahian, Taisch e Kerga (2012) como um método de ensino novo e promissor em diferentes áreas e que, recentemente, também tem sido aplicado ao ensino de sistemas de produção e ensino de engenharia, em geral. Para eles, ao invés de puro entretenimento, os *serious games* proporcionam oportunidades únicas de aprendizagem aos alunos, uma vez que estes, na posição de jogadores, podem assumir diferentes papéis em uma empresa ou sistema de manufatura, interagir com outros papéis em um ambiente virtual e tomar decisões complicadas, sem interferir na realidade.

A partir de tais definições, cabe observar que um termo comumente utilizado em português, dinâmica (dinâmica de ensino, dinâmica de aprendizagem, ou simplesmente: dinâmica), não encontra equivalente direto na língua inglesa. Uma pesquisa na base de dados *Science Direct*, em títulos, resumos e palavras-chave, retorna uma quantidade pequena de artigos, dos quais a maioria absoluta não utiliza o termo “*dynamic*” para designar um jogo ou simulação. O termo *dynamic* é utilizado em situações em que a tradução seria: “sistemas dinâmicos”, “avaliação dinâmica”, “visualização dinâmica”, dentre outras.

- 79 articles found for: *pub-date > 2002 and title-abs-key(dynamic AND (“game-based learning” OR “serious games” OR “simulation-based learning” OR “simulation-based education” OR “experiential learning” OR “interactive learning” OR “active learning” OR “teaching/learning strategies” OR “problem-based learning”))*.

Os demais termos utilizados na pesquisa remontam ao uso de jogos, simulações ou dinâmicas de aprendizagem, que levariam os alunos a usufruírem de uma aprendizagem baseada em jogos ou que se processa por meio de jogos (*game-based learning*); de uma aprendizagem ou ensino/educação baseada em simulações ou que se processa por meio de

simulações (*simulation-based learning OR simulation-based education*); de uma aprendizagem experiencial, interativa ou ativa (*experiential learning OR interactive learning OR active learning*); de estratégias diferenciadas de ensino-aprendizagem (*teaching/learning strategies*); ou ainda, de uma aprendizagem que se processa por meio da solução de problemas (*problem-based learning*).

Diante da amplitude dos termos pesquisados e da presente pesquisa se referir à avaliação de atividades que envolvem características presentes em todas as definições anteriores, utiliza-se prioritariamente os termos práticas de ensino lúdicas e/ou, simplesmente, dinâmicas de ensino.

2.2.1 Motivação, envolvimento e interação proporcionados pelas dinâmicas de ensino

Para Lee e Hammer (2011), é o sucesso dos jogos em ambientes sociais e para o entretenimento de forma geral que faz com que pesquisadores acreditem que estes também possam ser usados na educação como uma ferramenta para aumentar o envolvimento/engajamento dos alunos e, mais do que isso, estimular comportamentos de aprendizagem desejáveis. Os autores defendem que os jogos estão motivando devido ao seu impacto sobre as áreas cognitivas, emocionais e sociais dos jogadores, e assim, a inclusão de práticas de ensino lúdicas também deve concentrar-se nas três áreas.

Na área cognitiva, o jogo, simulação ou dinâmica deve oferecer um sistema de regras e uma lista de tarefas, de forma que, os alunos jogadores, ao executar as tarefas são guiados a um processo que envolve dominar as regras e conseqüentemente assimilar o conteúdo pretendido.

O impacto sobre a área emocional trabalha principalmente em torno do conceito de sucesso e fracasso, em que as emoções positivas são experimentadas pelo aluno ao superar dificuldades e participar de um sistema de recompensa. O reconhecimento imediato pelo sucesso dos jogadores ocorre por meio de pontos, troféus ou alguma outra espécie de premiação a partir da conclusão de uma tarefa. As emoções negativas, por outro lado, podem gerar ansiedade e frustração (CSIKSZENTMIHALYI, 2008). Portanto, a sequência de tarefas deve ser cuidadosamente projetada para atender as habilidades dos alunos e a dificuldade das mesmas devem ser corretamente equilibradas visando criar um ambiente altamente motivador.

Ainda tratando de sistemas de recompensa para os jogos aplicados na educação, Wang e Sun (2011) sugerem sistemas de pontuação entre as equipes participantes, pontos de experiência acumulativos que permitam aos alunos subir para níveis de dificuldade maiores no jogo, mensagens de *feedback* instantâneo, dentre outras possibilidades.

Na área social, as práticas de ensino lúdicas, segundo Lee e Hammer (2011) e Lee e Hoadley (2007), permitem que os jogadores trabalhem cooperativamente, competitivamente ou apenas interagindo socialmente.

Outros autores, tratando das razões que explicam o efeito positivo de jogos, simulações ou dinâmicas na aprendizagem, apontam que:

- o aluno, para avançar no jogo ou nas etapas da dinâmica, utiliza naturalmente os conhecimentos prévios³, transferindo-os para situações novas e aplicando-os, de forma que a aprendizagem se torna um resultado imediato do jogo ou dinâmica (OBLINGER, 2004);
- os alunos, através da atividade lúdica e da participação ativa e social, aplicam, sintetizam e pensam criticamente sobre o que eles aprenderam (COLBY; COLBY, 2008; FU; SU; YU, 2009; KOSTER, 2005);
- os alunos vivenciam atividades experienciais que alavancam a aprendizagem ativa baseada em problemas (BOYLE; CONOLLY; HAINEY, 2011);
- há alunos que preferem aprender através de jogos, pela simples motivação em jogar (SQUIRE, 2003) e também por perderem temporariamente a noção do tempo, e assim, ficarem imersos com o conteúdo abordado durante grandes períodos (LIU; CHENG; HUANG, 2011).

Para Garriss *et al.* (2002) as características dos jogos ou dinâmicas de ensino influenciam as reações dos usuários e o comportamento no jogo. Os autores listam, dentre outras, algumas características dos ambientes lúdicos que melhoram a aprendizagem: o oferecimento de desafios, a promoção de curiosidade e o controle do aprendiz enquanto jogador. Salientam também que, por outro lado, quando os jogos ou dinâmicas não são divertidos, envolventes e desafiadores, eles não são úteis, o que encontra respaldo nas pesquisas de outros autores, tais como: Villalta *et al.* (2011); Kiili (2007); Moreno e Mayer (2005). Estes autores são enfáticos e concordam que, quando são adotados bons princípios na utilização de práticas de ensino lúdicas, estas elevam o nível de engajamento e entretenimento, tendo como consequência a melhoria dos ambientes de aprendizagem.

Há que se considerar ainda que a aprendizagem colaborativa permite que os alunos exercitem a importante postura de respeito pelos outros, pelas diferenças e pela contribuição que seus colegas podem acrescentar ao processo ensino-aprendizagem; além de facilitar, de

³ Por conhecimentos prévios entende-se aquilo que Ausubel (1980) designou como conteúdos fundamentais para que se adquira novos conhecimentos. Assim, os conhecimentos prévios dos alunos devem ser mobilizados durante todo o processo de ensino-aprendizagem, pois a partir deles o indivíduo interpreta o mundo.

fato, o incremento de seu desempenho na aprendizagem (KUO; HWANG; LEE, 2012; SCHELLEN; VALCKE, 2005; SUNG; HWANG, 2013). Isso ocorre, pois é através do processo de colaboração e troca de ideias em grupo, que os alunos se tornam capazes de receber uma maior quantidade de informações de forma eficiente, e isso implica na geração de novas ideias e na conclusão de tarefas de aprendizagem com resultados superiores, ou seja, a promoção de interações entre os alunos durante o processo de ensino-aprendizagem, por meio de experiências lúdicas, se torna útil para os alunos na melhoria do desempenho escolar (LIPPONEN, 2002; HWANG; WU; CHEN, 2012).

Sung e Hwang (2013) estudam como uma abordagem de ensino colaborativa baseada em jogos pode melhorar o desempenho dos estudantes. Ainda que tal estudo tenha sido aplicado a alunos do ensino básico, os autores concluem que o uso de uma abordagem colaborativa por meio de jogos facilitou a organização e o compartilhamento pelos alunos de suas experiências prévias e daquilo que eles aprenderam durante o jogo.

Por fim, como abordado anteriormente, a aprendizagem experiencial e colaborativa, segundo Kolb (1976; 1984), nada mais é que a forma natural pela qual os seres humanos aprendem, crescem e se desenvolvem. Manolis *et al.* (2013) apontam ainda que a aprendizagem experiencial se baseia na importância da experiência pessoal no processo educativo e proporciona aos alunos a oportunidade de aplicar diretamente as informações que possuem, a fim de construir um sentimento de auto eficácia e aprender com as suas experiências e a troca de experiências com seus pares.

2.2.2 Discussão preliminar sobre os efeitos das dinâmicas de ensino

O uso de elementos lúdicos em diversos contextos tem alcançado sucesso no sentido de aumentar a motivação e participação do usuário e, por esse motivo, Domínguez *et al.* (2013), estudando as implicações e resultados práticos da inclusão de aspectos lúdicos em experiências de ensino, consideram que algumas crenças comuns sobre os benefícios obtidos ao se usar jogos na educação podem ser desafiadas. No estudo que realizaram, os estudantes que completaram a experiência lúdica atingiram melhores pontuações em tarefas práticas e na pontuação geral, mas o mesmo não aconteceu em tarefas escritas e estes alunos participaram menos ativamente das atividades tradicionais em sala de aula, apesar de sua motivação inicial ser maior.

Domínguez *et al.* (2013) declaram ainda que atualmente há poucos trabalhos com pesquisa empírica que apresente evidências sobre o efeito de experiências lúdicas sobre os alunos. Dessa forma, propõem o desenvolvimento de pesquisa empírica que apresente

evidências sobre o efeito da ludificação no *e-learning*, mas salientam a possibilidade de pesquisas em outras áreas, como por exemplo, no ensino tradicional de engenharia.

Kosmadoudi *et al.* (2013) estudaram a utilização de um jogo no ensino de engenharia civil, ressaltando as questões de usabilidade e jogabilidade, normalmente discutidas nos ambientes onde os jogos são utilizados exclusivamente para o entretenimento; e assim, estabeleceram um ambiente onde a experiência do usuário/aprendiz se tornou mais intuitiva para a aprendizagem. Os autores não apresentaram qualquer avaliação dos efeitos do jogo para a aprendizagem, de forma direta, considerando necessários tais estudos para o futuro.

Pourabdollahian, Taisch e Kerga (2012) estudam o alto nível de engajamento entre os alunos que participaram de um jogo sério destinado ao aprendizado de sistemas de produção. Eles ressaltam que a aplicação de *serious games* no ensino de sistemas de produção ainda está em fase inicial e poucos estudos têm-se concentrado na medição dos resultados de aprendizagem.

Ozcelik, Cagiltay e Ozcelik (2013) discutindo o uso de ambientes interativos no aprendizado, estabelecem que houve relativo aumento no interesse dos educadores em relação a aplicação de estratégias que proporcionem ambientes de ensino mais interessantes. Para eles, aprender é mais divertido e atraente em jogos educacionais digitais, por exemplo, e isso traz, como resultado, um aprendizado mais eficaz. Entretanto, o trabalho não apresenta pesquisa empírica que sustente tal afirmação. A percepção dos autores é interessante, porém limitada ao fato de que, quando a motivação dos alunos aumenta, eles tendem a gastar mais tempo em contato com o conteúdo abordado e respondendo às perguntas sobre o assunto. Como consequência, segundo eles, os alunos teriam uma maior assimilação dos conteúdos.

Uma questão bastante relevante é que muitos pesquisadores afirmam que os jogos ou dinâmicas devem complementar o ensino pelo método expositivo convencional (TAN; TSE; CHUNG, 2010; TORRENTE *et al.*, 2009), ao invés de serem vistos como substituto deste.

Hauge *et al.* (2012) descrevem as discussões realizadas em um *workshop* sobre o uso de *serious games* na formação de engenheiros. Diante da globalização, avanços tecnológicos em ritmo acelerado, dificuldades enfrentadas por tomadores de decisão e a necessidade de aprendizagem contínua, que se constitua em verdadeira vantagem competitiva para as organizações, são colocadas novas exigências sobre a educação dos futuros engenheiros a respeito de suas competências de colaboração, bem como a procura de possibilidades de formação de apoio à visão da aprendizagem ao longo da vida. O *workshop* apresenta a realidade em que várias instituições de ensino estão se dirigindo para uma mudança em direção ao uso de métodos de ensino que envolve a aprendizagem experiencial. Assim, o uso

de *serious games* é apresentado pelos autores como adequado para mediar⁴ o conhecimento intangível através da experiência, permitindo que os futuros engenheiros experimentem em ambiente seguro, mas realista. O *workshop* apresenta ainda, como principal barreira para um uso mais elevado dos *serious games* na educação em engenharia, a dificuldade de fornecer evidências de uma aprendizagem mais eficaz do que os métodos tradicionais de ensino.

Hauge e Riedel (2012) estudaram métodos de avaliação e os resultados provenientes do uso de dois *serious games* ou jogos de empresas para o ensino de engenharia de produção (desenvolvimento de produto e gestão de risco). Para os autores os *serious games* proporcionam uma experiência de tomada de decisão em engenharia, unindo um ambiente livre de risco com a possibilidade de experimentação e de se aprender fazendo. Não obstante, ressaltam que ainda é difícil encontrar métodos adequados para medir os resultados da aprendizagem dos *serious games*. Além disso, apontam como desvantagens para a sua utilização, o fato de que necessitam: (1) de um alto investimento para o desenvolvimento e (2) de facilitadores especializados para a execução das sessões do jogo.

Grade, Cudney e Corns (2011) desenvolveram uma plataforma virtual para a simulação e ensino de princípios da manufatura enxuta. A simulação é iniciada com uma linha de produção em massa tradicional e os alunos são incentivados a melhorar a linha através da implementação de técnicas e conceitos da manufatura enxuta. Nesse trabalho, os autores dão grande ênfase à necessidade e importância de um currículo que utilize as tecnologias, bem como simuladores e jogos de aprendizagem, no ensino de conceitos da engenharia. Entretanto, apresentam minuciosamente a experiência vivenciada sem qualquer avaliação dos efeitos de tal experiência na aprendizagem propriamente dita.

Na literatura consultada é comum encontrar assertivas como a de Cudney *et al.* (2011), que apresentam o uso de simulações, jogos e dinâmicas de ensino na engenharia de produção e administração de empresas como tendo, em geral, o objetivo de familiarizar os alunos com as questões da vida real e permitir que estes tomem decisões e visualizem as implicações dessas decisões, promovendo assim uma aprendizagem ativa em sala de aula, com maior motivação e retenção do conteúdo. Entretanto, entre os autores e artigos pesquisados, mesmo entre os que tratam de avaliação da efetividade, é comum o entendimento de que atualmente ainda há poucos trabalhos com pesquisa empírica que apresente evidências relevantes sobre o efeito de experiências lúdicas nos alunos (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2013). Nesse sentido, dois

⁴ A mediação é apresentada por Vygotsky (1996) como um rico processo de interação entre os sujeitos, em que a linguagem é o ambiente, e a aprendizagem ocorre num contexto social em que os mais aptos ou experientes guiam a atividade de um indivíduo menos apto.

trabalhos de pesquisa bibliográfica se destacam: o de Benitti (2012) e de Connolly *et al.* (2012).

Benitti (2012), ao estudar o potencial de contribuição da incorporação da robótica como ferramental educacional em escolas, se deparou com diversos autores que afirmam não haver evidências empíricas que provem um impacto positivo. Johnson (2003) chega a argumentar que, sem evidências de pesquisa empírica que apoiem o seu impacto direto sobre o desempenho acadêmico dos alunos, as atividades de robótica podem ser apenas um modismo. Em parte, Benitti (2012), responde a tal argumentação, com o fato de que a maior parte da literatura sobre o uso da robótica na educação é apenas de natureza descritiva. Em seu trabalho, sugere que a robótica para fins educacionais é sim uma ferramenta importante para melhorar a aprendizagem. No entanto, afirma que isso deve ser reforçado por meio de um maior conjunto de evidências empíricas, ainda escassas.

O trabalho de revisão bibliográfica apresentado por Connolly *et al.* (2012) trata também das evidências empíricas a respeito da efetividade dos jogos de computador e dos *serious games* para usuários de 14 anos ou mais. Os termos de pesquisa identificaram 129 artigos reportando evidências empíricas sobre o impacto e resultado de jogos de computador e *serious games* focados em aprendizado. Ainda assim, os autores atestam que a falta de fundamentação e pesquisa que apresente os efeitos dos jogos para objetivos de aprendizagem é considerado como um obstáculo ao progresso na compreensão dos seus efeitos e das medidas necessárias para a melhoria dos mesmos. Dentre os 129 artigos encontrados, a qualidade das pesquisas empíricas apresentadas e a grande diversidade de áreas abrangidas, os levaram a concluir que as preocupações sobre a falta de evidências empíricas nesta área estão apenas começando a ser resolvidas. Tal conclusão é reforçada quando se considera o fato de que a pesquisa realizada por estes autores abrangia uma grande quantidade de jogos para entretenimento, os quais trabalham apenas competências genéricas ou transversais que levariam os jogadores a um maior sucesso, de forma geral, em áreas como ciência, tecnologia, engenharia e matemática, mas que não garantem o aprendizado de conteúdos específicos. Alguns exemplos de jogos focados em competências genéricas são os trabalhos apresentados por Nugent *et al.* (2008) e Nugent *et al.* (2009).

A conclusão destes dois trabalhos, Benitti (2012) e Connolly *et al.* (2012), são semelhantes: apesar do otimismo sobre o potencial dos jogos para a aprendizagem, ao observarem vários autores em sua revisão, notaram que há uma falta generalizada de evidência empírica de alta qualidade para apoiar tais alegações.

2.3 Avaliação dos jogos, simulações e dinâmicas de ensino

Uma vez apresentada a importância e necessidade de maior evidência empírica que evidencie os efeitos da utilização de práticas de ensino lúdicas, o que pode ainda ser reforçado por diversos outros autores (SIMÕES; DIAZ; FERNÁNDEZ, 2013; GASLAND, 2011, DETERDING; DIXON; KHALED, 2011; MUNTEAN, 2011; MOLLAHOSEINI; FARJAD, 2012), cabe um estudo das formas como ocorrem as avaliações já existentes na literatura e um repensar sobre como executar novas avaliações dentro das especificidades de cada área do saber e dos diferentes jogos, simulações e dinâmicas possíveis.

2.3.1 A razão para se avaliar as atividades de ensino

A título de exemplo, os autores Hainey *et al.* (2011) apresentam e consideram os *serious games* e simulações como altamente envolventes e, que suas características, quando exploradas apropriadamente podem ser usados para ajudar as pessoas a aprender de forma eficaz. Assim, listam uma série de trabalhos que aplicam a aprendizagem baseada em jogos nas mais variadas áreas, tais como: medicina, gestão do conhecimento, formação militar, ciências, matemática, ensino da línguas, sistemas de informação, engenharia de *software*, ciência da computação etc. Entretanto, concordando com a revisão bibliográfica de Connolly *et al.* (2012) e outros autores, acreditam que são necessárias mais pesquisas para apoiar o uso de jogos na educação.

Diversos estudos na literatura têm apresentado os jogos como capazes e responsáveis por aumentar a motivação dos aprendizes, como por exemplo, Kebritchi, Hirumi e Bai (2010), Papastergiou (2009), Prensky (2003), Randel *et al.* (1992) e Rosas *et al.* (2003); por aumentar o envolvimento dos mesmos, como por exemplo, Barab *et al.* (2012); e, finalmente, por incrementar a aprendizagem, como por exemplo, Terrell e Rendulic (1996).

Por outro lado, há quem apresente resultados em que a adoção de práticas de ensino lúdicas não acrescenta, necessariamente, à aprendizagem. Como exemplo, Ebner e Holzinger (2007) apresentaram uma implementação bem-sucedida de ensino por meio de um jogo centrado no usuário para 121 alunos do sétimo período de engenharia civil. Os autores aplicaram, com o objetivo de obter *insights* sobre a potencial contribuição do jogo para a aprendizagem, um esquema de pré e pós-teste (dividindo os alunos em grupo experimental e grupo de controle) seguido de questionários de avaliação *online* para todos os alunos participantes. Os resultados dos testes não permitiram concluir que houve, de fato, diferenças na aprendizagem com o jogo em relação à utilização de métodos tradicionais. Ainda assim, os

autores foram enfáticos em apresentar a introdução do fator chamado "alegria", que traduz o contentamento dos alunos em participar desse tipo de processo ensino-aprendizagem.

Charsky (2010) destaca que os *serious games* têm sido apregoados como a salvação para a educação por causa de sua capacidade de entreter e educar ao mesmo tempo. Numa abordagem ponderada, apresenta vários autores que exaltaram a forma eficiente de ensinar, em todos os níveis e uma variedade de temas com o auxílio de *serious games*; porém contrasta com outros autores que têm atribuído uma reputação terrível a estas iniciativas, por considerarem o perigo de piorarem as atividades de ensino, simplesmente mascarando-as com algo divertido. Tal ponderação é permeada pelo entendimento de que os *serious games* evoluíram a partir de jogos simples e que merecem uma evolução. Finalmente, destaca que nos últimos anos, tem surgido um movimento para a construção de *serious games* aplicáveis a áreas diversas (políticas públicas, educação, negócios, saúde, militar etc.), mas ainda julga serem necessários modelos para criação de *serious games* que melhor considerem características como sofisticação e aprofundamento na aprendizagem para proverem uma experiência de aprendizagem autêntica onde o entretenimento e aprendizagem estejam perfeitamente integrados.

A razão, portanto, para se construir modelos de avaliação das práticas de ensino para as mais diversas áreas e aplicações possíveis, se deve ao fato de que ainda há pouca pesquisa empírica que avalie os efeitos de tais iniciativas no processo de aprendizagem. Percebe-se um relativo impasse, em que há autores mostrando-se otimistas quanto às experiências lúdicas e outros nem tanto. Assim, as experiências lúdicas como jogos, simulações e dinâmicas, poderão ser melhoradas, tendo com base as avaliações de seus efeitos no processo de aprendizagem. Mediante avaliações bem estruturadas, serão possíveis conclusões mais amplas sobre a importância do uso de elementos lúdicos, indo além da percepção de aumento da motivação e contentamento dos alunos; do possível incremento da aprendizagem por meio da aprendizagem colaborativa; e da aclamada necessidade de métodos pedagógicos que complementem o método tradicional expositivo; fatores estes que são motivadores da presente pesquisa.

2.3.2 Os níveis de avaliação de Kirkpatrick

O modelo de avaliação de Kirkpatrick (KIRKPATRICK, 1959; KIRKPATRICK, 1976; KIRKPATRICK, 1996; KIRKPATRICK; KIRKPATRICK, 2006), amplamente utilizado ao longo de mais de 40 anos (BACHVAROVA *et al.*, 2012), é tido como um modelo básico e

valioso (MOLLAHOSEINI; FARJAD, 2012) para a avaliação dos esforços de treinamento, principalmente em nível corporativo. Apresenta quatro diferentes níveis, a saber:

- [1] Reação – Avaliar a reação significa mensurar a forma como os alunos se sentiram em relação ao treinamento ou experiência de aprendizagem. Os meios utilizados são: formulários de *feedback*, pesquisas ou questionários aplicados após a experiência, observação das reações verbais dos alunos, dentre outros.
- [2] Aprendizagem – Avaliar a aprendizagem significa medir o conhecimento, antes e depois, buscando verificar o aumento de conhecimento em torno do assunto em questão. Os meios utilizados são: avaliações ou testes antes e depois do treinamento, entrevistas ou observação.
- [3] Comportamento – Avaliar o comportamento significa verificar a implementação dos novos conhecimentos quando o aluno está de volta ao seu dia-a-dia. Os meios utilizados são: observação e entrevistas, desde que corrido o tempo necessário para se avaliar mudanças, bem como sua relevância e sustentabilidade.
- [4] Resultados – Avaliar os resultados significa mensurar o efeito duradouro sobre o ambiente em que o aprendiz se encontra. Os meios utilizados são as que, normalmente, já estão em vigor, através de sistemas de gestão e relatórios diversos.

De acordo com Pasin e Giroux (2011), a maioria dos artigos de pesquisa sobre o tema fornecem alguma medida de sua eficácia. Porém Bachvarova *et al.* (2012) afirmam que estudos recentes constataram que a maioria dos esforços de avaliação (94%) se restringem ao nível da reação (Nível 1), segundo o modelo de Kirkpatrick. É por esse motivo que há a necessidade de se entender melhor os vários tipos de medidas usadas e classificá-las segundo categorias de resultados. Para efeitos da presente tese, as categorias de resultados serão tratadas de acordo com os 4 níveis de Kirkpatrick, embora o estudo se limite aos 2 primeiros níveis.

Pasin e Giroux (2011) argumentam que os dois primeiros níveis do modelo de Kirkpatrick podem ser medidos imediatamente após a atividade de treinamento, já os dois últimos níveis podem ser avaliados apenas em regime de trabalho, ou seja, bem após o término do treinamento. Assim, havendo dificuldade em se aplicar os 4 níveis de avaliação em experiências do ensino formal em nível superior e, tendo em vista os 94% apontados por Bachvarova *et al.* (2012), o desafio para a presente pesquisa se encontra em estabelecer o aprofundamento da avaliação para o 1º nível (reação) e para o 2º nível (aprendizagem).

É nesse sentido que a tese de Savi (2011, p. 206) apresenta, dentre outras, a seguinte sugestão para trabalhos futuros: “acoplar a este modelo um módulo baseado no nível 2 de

Kirkpatrick, especificamente destinado a avaliar o incremento de conhecimento dos alunos... (para) comprovar o impacto dos jogos educacionais na aprendizagem”, uma vez que sua tese se limita na proposição de um modelo baseado apenas no nível da reação.

Além disso, para Hailey *et al.* (2011), ao considerar os níveis do modelo de Kirkpatrick, é importante identificar, não apenas a motivação dos alunos, mas também do instrutor. O autor ressalta que pode ser importante identificar o que motiva os professores a utilizarem uma abordagem baseada em jogos e simulações em seus currículos e qual é também a percepção deles em relação aos efeitos dessa abordagem na aprendizagem.

Segundo Bachvarova *et al.* (2012), a abordagem proposta por Kirkpatrick visou apenas o método tradicional de ensino em sala de aula, predominante na época. Assim, ao tentar desenvolver métricas para avaliação dos efeitos de *serious games* no setor corporativo moderno, faz-se necessária uma reavaliação do modelo, uma vez que características presentes nas organizações hoje em dia, como o uso de mídias sociais e de maior interação promovida nos processos de aprendizagem não são captadas pelo modelo de Kirkpatrick.

2.3.3 Avaliação no Nível 1 – Reação

Quando os alunos estão motivados eles se envolvem com maior interesse nas atividades que lhes são propostas, com prazer e satisfação que tendem a resultar em melhor desempenho (CORBALAN; PAAS; CUYPERS, 2010). Avaliar a percepção ou reação dos envolvidos frente a uma experiência de aprendizagem passa, portanto, pela compreensão do quanto os indivíduos estão motivados e qual o reflexo disso em sua aprendizagem.

Bolliger, Supanakorn e Boggs (2010) apontam a motivação como um dos mais importantes conceitos psicológicos na educação e um fator essencial para manter a satisfação dos alunos em um ambiente de aprendizagem. A falta de motivação pode ser um grande obstáculo que impede os alunos de permanecerem concentrados ao longo de uma aula, uma atividade proposta ou jogo, simulação, dinâmica de ensino.

Di Serio, Ibáñez e Kloos (2012) definem a motivação, para a área educacional, como sendo o desejo do aluno de se envolver em um ambiente de aprendizagem. Assim, as estratégias de aprendizagem que se conectam com os interesses dos alunos e proporcionar-lhes oportunidades de participar ativamente da instrução, pode levá-los a um maior envolvimento, esforço e consequente sucesso. Maehr (1976), Keller e Suzuki (2004) falam de um engajamento voluntário em que o aluno se dispõe a continuar aprendendo mais sobre determinado assunto.

Nesse contexto, um modelo amplamente utilizado e discutido na literatura é o modelo ARCS, sigla que identifica as quatro dimensões da motivação para a aprendizagem, segundo Keller (1983; 1987; 1993): atenção, relevância, confiança e satisfação.

São diversas as situações de ensino em que se pode aplicar o modelo ARCS. Alguns exemplos pesquisados na literatura recente podem ser citados:

- Di Serio, Ibáñez e Kloos (2012) – impacto da realidade aumentada sobre a motivação de estudantes de artes do ensino médio;
- Charsky e Ressler (2011) – estudo examinou a motivação dos alunos em aprender conceitos de história enquanto jogavam um jogo de computador comercial;
- Huang (2011) – avaliação da motivação em um ambiente *online* de ensino baseado em jogos;
- Corbalan, Paas e Cuypers (2010) – motivação dos alunos diante de diferentes posturas do professor em relação ao *feedback* nas atividades realizadas;
- Bolliger, Supanakorn e Boggs (2010) – impacto do uso de *podcasts* na motivação dos alunos em um ambiente *online*;
- Huang, Huang e Tschopp (2010) – motivação para a aprendizagem baseada em jogos digitais;

Huang, Huang e Tschopp (2010), ao realizarem pesquisa bibliográfica encontraram artigos e pesquisas diversas que fizeram uso do modelo ARCS. Os resultados destes estudos revelaram que o modelo ARCS pode ser aplicado a diferentes ambientes de aprendizagem para medir e melhorar a motivação dos alunos frente às situações de aprendizagem propostas, ou seja, o modelo permite um diagnóstico interessante que, além de um retrato da situação atual, aponta diretrizes para melhorias futuras.

De acordo com Huang, Huang e Tschopp (2010), a principal tese do modelo ARCS é que as pessoas tomam decisões e agem baseadas em suas expectativas e avaliações a respeito de cada situação. Assim, o comportamento humano é sempre uma função da perspectiva de sucesso (expectativa) e do impacto que o indivíduo imagina receber com este sucesso (valor). Assim, todas as estratégias motivacionais baseadas no modelo ARCS são desenvolvidas para maximizar as expectativas e valores que os alunos têm diante de determinada situação de aprendizagem.

Segundo Keller (2008; 2009), um ciclo completo de aprendizagem motivacional é definido pela interação entre Motivação, Vontade e *Performance* (MVP), em que os alunos, em primeiro lugar, devem ter um nível suficiente de curiosidade para explorar a tarefa de aprendizagem (atenção) para, depois, entender o valor dessa tarefa para a sua aprendizagem

(relevância), seguindo-se de uma percepção positiva em relação ao seu possível desempenho ou sucesso (confiança). Passadas as três fases, que o autor denomina "processamento motivacional", segue-se o "processamento dos resultados" em que a satisfação é percebida pelo aluno através da análise cognitiva que ele faz da discrepância entre os esforços aplicados e os resultados percebidos no final do processo de aprendizagem.

Por esse motivo, os *designers* instrucionais, ao planejarem as práticas de ensino a serem implementadas, devem ser cautelosos para não sobrecarregar a capacidade de processamento dos alunos nem distraí-los com estímulos concorrentes (KELLER, 2008) e o balanço entre novos desafios e a dificuldade destes deve ser tal que proporcione o melhor ciclo MVP (melhor índice na dimensão satisfação), ou seja, um elevado "processamento dos resultados" sob a ótica do aluno.

Para Di Serio, Ibáñez e Kloos (2012), uma vez que cada dimensão do modelo ARCS desempenha um papel fundamental na motivação dos estudantes em todo o processo de aprendizagem, é necessário determinar os pontos fortes e fracos do *design* instrucional, utilizando as respostas dos alunos como uma avaliação diagnóstica para tal.

O modelo ARCS foi desenvolvido por Keller (1983; 1987), inicialmente, como uma ferramenta conceitual para o diagnóstico de problemas de motivação e para prescrever estratégias motivacionais (HUANG, 2011) e, posteriormente, Keller (1993) desenvolveu um instrumento denominado *Instructional Materials Motivational Survey* (IMMS), ou seja, um Material para Análise da Motivação Educacional, visando complementar a implementação do modelo ARCS.

O IMMS avalia os efeitos motivacionais nos alunos diante de situações de ensino diversas. Para tanto, os alunos avaliam 36 declarações que se referem às dimensões atenção, relevância, confiança e satisfação, em relação aos materiais de aprendizagem ou a situações de ensino vivenciadas (KELLER, 1993). Eles assinalam a alternativa que melhor descreve sua opinião, numa escala *likert* de 5 pontos: 1 (Discordo Totalmente); 2 (Discordo Parcialmente); 3 (Não Concordo nem discordo); 4 (Concordo Parcialmente) e 5 (Concordo Totalmente).

A dimensão ATENÇÃO, segundo Huang, Huang e Tschopp (2010), refere-se às respostas cognitivas dos alunos aos estímulos instrucionais. Trata-se de um pré-requisito para aprendizagem que se traduz na curiosidade do aluno para explorar a tarefa de aprendizagem. Dessa forma, o desafio é obter e manter um nível satisfatório da atenção dos alunos ao longo de um período de aprendizagem (KELLER, 2009), sendo extremamente importante ganhar a atenção dos estudantes, por meio de gráficos interessantes, animações, problemas e outras técnicas, todas direcionadas ao estímulo e à manutenção da curiosidade dos discentes.

A dimensão RELEVÂNCIA refere-se ao valor dado pelo aluno à tarefa ou atividade proposta para a sua aprendizagem. Embora a atenção e curiosidade do aluno sejam necessárias, não são suficientes para a motivação aos estudos. O aluno também precisa saber que a proposta educacional é consistente com seus objetivos, ou seja, que ele conseguirá conectar o conteúdo da aprendizagem com seu futuro profissional ou acadêmico. Para Huang, Huang e Tschopp (2010), a relevância representa o nível de associação que os alunos conseguem perceber entre seus conhecimentos prévios e as novas informações. O desafio é inserir significado ao conteúdo, com o propósito de fazer com que o aluno perceba o valor do conhecimento que está sendo adquirido.

A dimensão CONFIANÇA está relacionada com a geração de expectativas positivas nos estudantes, ou seja, trata-se da percepção positiva que eles têm em relação ao seu possível desempenho ou sucesso. Isso pode ser alcançado ao se proporcionar experiências de sucesso decorrentes de suas próprias habilidades e esforço. De acordo com Keller (2009) e Huang, Huang e Tschopp (2010), a confiança influencia diretamente a persistência dos estudantes.

A dimensão SATISFAÇÃO é fruto do "processamento motivacional" nas dimensões anteriores (atenção, relevância e confiança) e se traduz pela discrepância percebida entre os esforços aplicados e os resultados percebidos no final do processo de aprendizagem (KELLER, 2008). Para Huang, Huang e Tschopp (2010), os alunos precisam ter sentimentos positivos sobre a experiência de aprendizagem, e isso pode vir com recompensas e reconhecimento. Também se recomenda providenciar, tão cedo quanto possível, oportunidades para os alunos aplicarem o que foi aprendido. A satisfação reflete o sentimento dos alunos de que o esforço nos estudos foi apropriado e que houve consistência entre objetivos, conteúdo e testes (KELLER, 2009).

Segundo Di Serio, Ibáñez e Kloos (2012), o IMMS é um instrumento particularmente relevante por ter sido validado e utilizado em várias pesquisas que utilizam a tecnologia como um fator de motivação na aprendizagem. Cabe dizer que as questões abertas, para cada uma das 4 dimensões ARCS, foram adaptadas do trabalho de Pittenger e Doering (2010), sendo apresentadas no Anexo A juntamente com as questões em escala *Likert*.

Conforme mencionado anteriormente, Lee e Hammer (2011) consideram que as práticas de ensino lúdicas motivam para a aprendizagem devido ao seu impacto sobre as áreas cognitivas, emocionais e sociais dos alunos, e assim, a ludificação considera diretamente a possibilidade de intensificação da interação e troca de experiências, de forma que uma importante dimensão a ser incluída na avaliação dos efeitos das práticas de ensino é a interação.

Autores como Sung e Hwang (2013) concluem na análise das abordagens lúdicas propostas que estas permitem um melhor desempenho dos alunos em termos de suas atitudes e motivações, a sua autoeficácia e as conquistas no aprendizado, evidenciando claramente que tais ganhos são obtidos principalmente devido ao compartilhamento provido pelo ambiente lúdico.

Muirhead e Juwah (2004) apresentam a interação e interatividade como fundamentais no apoio ao processo ensino-aprendizagem, seja presencial ou a distância, pois servem a uma grande variedade de funções no processo educacional que incluem, por exemplo: a promoção da aprendizagem ativa e participativa; a facilitação de uma aprendizagem eficaz que atende às necessidades individuais do aluno e os diferentes estilos de aprendizagem; a abertura para a participação do aluno como sujeito do processo, no sentido dele tomar posse e controle de sua aprendizagem; o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades de ordem superior, como por exemplo, o pensamento crítico, resolução de problemas, habilidades de julgamento e decisão, reflexão; etc.

Tendo como alvo a inclusão de uma dimensão que aborde a interação, o compartilhamento de ideias e a construção conjunta do conhecimento, outro modelo também explorado na literatura é o *Constructivist On-Line Learning Environment Survey* (COLLES), uma vez que é evidente, a partir da literatura, que as interações são fundamentais para aumentar a motivação, comunicação, uma variada gama de habilidades e de desenvolvimento intelectual no processo educativo MUIRHEAD e JUWAH (2004).

O COLLES é objeto de uma pesquisa, financiada e desenvolvida através do prêmio australiano “*ARC Research Grants Scheme*”, no ano 2000. Trata-se de um questionário construtivista aplicado a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) que surgiu da necessidade de professores australianos, ao trabalharem e pesquisarem seus programas de Educação a Distância (EaD), de estudarem o envolvimento de seus alunos na aprendizagem reflexiva e colaborativa, bem como a avaliação desse processo (TAYLOR; MAOR, 2000, TAYLOR; FRASER; FISHER, 1997). Segundo os autores, a expectativa com o COLLES seria a visualização de um perfil da percepção dos alunos com respeito ao AVA e quanto o seu uso incentiva a aprendizagem.

Kirtman e Kirtman (2009) apontam, em sua revisão da literatura, o trabalho de Taylor e Maor (2000), como o principal a examinar a questão da aprendizagem colaborativa e participativa em ambientes de aprendizagem. Trinidad e Pearson (2005), por sua vez, o classificam como um dos principais trabalhos na área, dentre diversos construídos ao longo dos últimos 30 anos. Já o trabalho de Connolly, Stanfield e Hailey (2011) o colocam como

um exemplo relevante de ferramenta de apoio incorporada a ambientes virtuais de aprendizagem.

Desde sua criação, o questionário COLLES foi incorporado a um dos ambientes virtuais de aprendizagem mais utilizados mundialmente, o Moodle, podendo ser utilizado por todos os docentes que fazem uso deste AVA (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2003). O questionário compreende 6 dimensões: relevância, reflexão crítica, interatividade, apoio do professor, apoio dos colegas e compreensão. São 4 questões para cada dimensão e ainda mais 4 questões que abordam incidentes críticos, tais como os momentos de maior ou menor envolvimento e de maior ou menor importância para o processo de ensino-aprendizagem.

A partir da adaptação de algumas questões das dimensões interatividade, apoio do professor, apoio dos colegas e compreensão, é possível sugerir, além das dimensões ARCS apresentadas, a dimensão INTERAÇÃO, que seria responsável por extrair a percepção dos alunos em relação à interação propriamente dita, o compartilhamento de ideias e a construção conjunta do conhecimento.

Muirhead e Juwah (2004) discutem a diferença entre os termos interatividade (descreve a forma, função e impacto das interações no processo ensino-aprendizagem) e interação (diálogo, discurso ou evento entre dois ou mais participantes: aluno-aluno, aluno-conteúdo, aluno-professor... que promove a melhoria da qualidade e o aprendizado ativo e participativo em um ambiente de aprendizagem) para, logo em seguida, apresentar o COLLES como um importante e relevante instrumento para o estudo relativo à dimensão interação, seja em cursos presenciais ou a distância.

Outras dimensões, além de atenção, relevância, confiança, satisfação e interação, podem ainda ser incorporadas futuramente ao modelo, tais como as apresentadas por Savi (2011), que propôs um modelo baseado na motivação dos alunos, experiência de uso e aprendizagem, incluindo, dentre outras, as dimensões: imersão, desafio, competência, divertimento, controle, conhecimento e compreensão.

2.3.4 Avaliação no Nível 2 – Aprendizagem

Conforme apresentado anteriormente, o modelo de avaliação de Kirkpatrick, utilizado para a avaliação dos esforços de treinamento, apresenta quatro diferentes níveis. O primeiro nível é o da reação (tratado na seção anterior) e o segundo nível, se refere às avaliações da aprendizagem. Trata-se de medir o conhecimento, antes e depois, buscando verificar o aumento de conhecimento em torno do assunto em questão. Os meios utilizados são:

avaliações ou testes antes e depois do treinamento, entrevistas ou observação (KIRKPATRICK, 1959; 1976).

Benitti (2012) recomenda a aplicação de pré e pós-testes para a avaliação no segundo nível do modelo de Kirkpatrick. Dentre os pesquisadores que tem empreendido avaliações nesse nível, é possível encontrar exemplos em que são realizados os pré e pós-testes, conforme recomendado por Benitti.

Hainey *et al.* (2011), focados na aprendizagem por meio de jogos para a engenharia de *software*, apresentam e avaliam um jogo em que se utilizam de pré e pós testes, com grupos experimentais e de controle, para constatar os efeitos do mesmo no processo ensino-aprendizagem. Outro exemplo é o trabalho de Ebner e Holzinger (2007), em que apresentam uma implementação bem-sucedida de ensino por meio de um jogo para 121 alunos do sétimo período de engenharia civil. Os autores aplicaram, com o objetivo de obter *insights* sobre a potencial contribuição do jogo para a aprendizagem, um esquema de pré e pós-teste (dividindo os alunos em grupo experimental e grupo de controle) seguido de questionários de avaliação *online* para todos os alunos participantes. Embora os resultados dos testes não tenham permitido uma avaliação conclusiva, os autores enfatizaram o contentamento dos alunos em participar desse tipo de processo ensino-aprendizagem.

Ebner e Holzinger (2007) concluem ainda que é difícil encontrar métodos adequados para medir os resultados da aprendizagem dos *serious games*. Trabalhos como os de Connolly *et al.* (2012); Hainey *et al.* (2011) dentre outros, sugerem relativa dificuldade em realizar pesquisa com grupos experimentais e de controle, pois nem sempre apontam resultados verdadeiros, dada a dificuldade ou quase impossibilidade em separar pessoas para o grupo de controle que tenham perfis similares às pessoas do grupo experimental.

Estudos realizados por meio de grupos experimentais e grupos de controle, sem possibilidade de se garantir a randomização de tais grupos, são designados como quasi-experimentos. A ideia de se utilizar o quasi-experimento é realizar investigações das relações de causa-efeito, mesmo em ambientes onde a randomização é impraticável ou muito cara. Entretanto os procedimentos pelos quais são divididos os grupos experimentais e de controle, de forma não randômica, podem resultar em problemas de validade interna do experimento (KAMPENES *et al.*, 2009).

De acordo com Shadish (2000), a teoria da quasi-experimentação fornece: *designs* experimentais alternativos para estudar os resultados quando um experimento randomizado não for possível; conselhos práticos para a implementação de quasi-experimentos; e uma estrutura conceitual para avaliar este tipo de investigação. Entretanto, Shadish *et al.* (2002)

afirmam que a maioria dos quasi-experimentos realizados, tipicamente, levam a conclusões causais ambíguas, e os resultados empíricos das pesquisas em várias áreas indicam que experimentos aleatórios e quase-experimentos fornecem resultados diferentes.

Para a avaliação das práticas de ensino lúdicas e seus efeitos na aprendizagem, há autores que tem utilizado a quasi-experimentação, entretanto, cabe aos mesmos, escolher o método mais aplicável para a seleção dos grupos e adotar outras medidas, conforme apresentadas por Shadish *et al.* (2002), para que o quasi-experimento tenha validade. Tais medidas, no entanto, aumentam a dificuldade de implementação do estudo.

O viés de seleção é um problema que, segundo Shadish *et al.* (2002), ocorre quando o efeito observado é, pelo menos em parte, devido às diferenças sistemáticas entre grupo experimental e de controle. Para os autores, esse problema está presente, de forma sistemática, nos quasi-experimentos e quando há interação entre esse problema e outros, que também configuram ameaças à validade interna, a situação tende a se complicar ainda mais.

Hauge e Riedel (2012) afirmam que utilizar métodos de avaliação com elevada complexidade estatística pode fornecer informações úteis para a validação e melhoria do jogo, mas também pode tornar o processo de avaliação da aprendizagem impraticável. Assim, indicam que, para os métodos de avaliação a serem utilizados regularmente durante programas educacionais, sejam adotados métodos de avaliação mais simples, rápidos, fáceis de concluir e que permitam avaliar conceitos específicos e não apenas de natureza geral.

Além disso, para o dia-a-dia em sala de aula, há a possível dificuldade de aceitação do professor em disponibilizar uma dinâmica de aprendizagem a um grupo de alunos, deixando outro grupo de fora, ou seja, tendo o contato apenas com o método tradicional de ensino.

Dessa forma, a presente pesquisa, embora pretenda promover avaliações da aprendizagem, de acordo com o segundo nível do modelo de Kirkpatrick, estabelece a aplicação de pré e pós-testes em todos os alunos participantes das dinâmicas. O incremento do conhecimento em torno do assunto da dinâmica ficará evidenciado por meio da comparação entre os resultados dos testes, conforme detalhado no capítulo seguinte.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

O capítulo em questão visa apresentar a metodologia da pesquisa, seguida da proposição do modelo de avaliação de práticas de ensino em dois níveis (reação e aprendizagem), bem como da apresentação dos cálculos e análise que se pretende realizar nos capítulos subsequentes.

3.1 Metodologia da Pesquisa

A presente pesquisa tem natureza aplicada, pois no decorrer da mesma, se desenvolve, na prática, a avaliação de dinâmicas empregadas no ensino de tópicos da engenharia de produção. Além dessa classificação, faz-se necessário, antes mesmo da definição do método de pesquisa empregado, que se estabeleça a abordagem da pesquisa (MARTINS, 2010).

No caso da abordagem quantitativa, de acordo com Martins (2010), o pesquisador captura as evidências por meio da mensuração de variáveis. Já na abordagem qualitativa, particularmente dentro da engenharia de produção, o pesquisador estabelece contatos com organizações/instituições, faz observações e coleta evidências sobre aquilo que está sendo estudado.

Para Sampieri (2006) e Creswell e Clarck (2006) a utilização da abordagem quantitativa é interessante quando se quer testar teorias, uma vez que as hipóteses são deduzidas a partir de uma teoria existente. Porém, a abordagem qualitativa passa a ser recomendada quando são previstos estudos de caráter mais exploratório, buscando gerar uma nova teoria.

Enfatizando ainda alguns aspectos da abordagem qualitativa, Martins (2010) salienta que nela, a realidade subjetiva dos indivíduos envolvidos na pesquisa é relevante e contribui para a construção de uma realidade objetiva como parte do desenvolvimento da pesquisa. Em complemento, Bryman (1989) trata a abordagem qualitativa não como avessa à quantificação de variáveis, mas a diferencia da abordagem quantitativa pela ênfase no indivíduo que está sendo estudado.

Assim, entendendo que, na abordagem qualitativa, as interpretações individuais são importantes para que o pesquisador compreenda a complexidade de sua pesquisa; e frente aos objetivos da presente tese, relacionados à avaliação de experiências docentes, fica claro que isolar variáveis para serem medidas na busca da identificação de relações causais se mostra inviável num cenário com escopo tão aberto e fronteiras incertas. Não obstante, o objetivo do trabalho depende da coleta de opiniões e impressões das pessoas envolvidas (professores e alunos) nos processos a serem estudados (aplicações de dinâmicas de ensino). De forma que, a abordagem qualitativa se traduz na mais adequada para a presente pesquisa.

Passando a tratar do método de pesquisa, Bryman (1989) considera o ‘Experimento’ como um método importante na pesquisa organizacional. Um dos motivos, em concordância com Nakano (2010), é que os experimentos permitem que o pesquisador empreenda afirmações sobre eventos causais, determinando se um fator tem ou não influência sobre um determinado efeito.

Outro método de pesquisa, reconhecidamente importante na pesquisa qualitativa é a ‘Survey’ que, por meio de entrevistas ou questionários, permite ao pesquisador fazer coleta de dados quando há grande quantidade de variáveis e um considerável universo amostral. Nesse método, avalia-se estatisticamente uma amostra significativa de um problema visando extrair conclusões a respeito dessa amostra, ou seja, identificando padrões de relações entre variáveis (MIGUEL; HO, 2010).

Há ainda que se considerar o ‘Estudo de Caso’, método que permite a investigação de um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (MIGUEL, 2010), sendo que a unidade de análise (caso) pode ser uma organização, um departamento ou seção de uma organização, uma universidade, um curso, uma disciplina etc. Tal método demanda forte rigor em sua estrutura e ligação com as atividades de campo subsequentes.

Miguel (2010) ainda apresenta o método ‘Pesquisa-ação’, no qual o pesquisador é parte integrante do meio em que a pesquisa se realiza. Para Turrioni e Mello (2010), trata-se de um tipo de pesquisa social com base empírica, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema. Tal problema é visto como coletivo, ou seja, é algo reconhecido tanto pelo pesquisador quanto pela organização onde ele atua, e assim, os pesquisadores e os participantes diretos da situação/problema se envolvem cooperativamente na resolução do mesmo. O pesquisador é quem fornece informações à organização, que subsidiam a tomada de decisões e observa o impacto da implantação para a solução do problema analisado.

Segundo Voss *et al.* (2002), o estudo de caso é um dos métodos mais utilizados quando as questões de pesquisa envolvem fronteiras de difícil identificação. Assim, considerando os objetivos do presente trabalho de pesquisa, e o que a literatura tem apresentado sobre o assunto, o método de pesquisa mais adequado a ser utilizado nessa pesquisa é o estudo de caso. Ressaltando ainda que o pesquisador não tem controle sobre os eventos e que se procura identificar padrões e ligações de importância teórica sobre a utilização e avaliação do uso de dinâmicas de ensino na engenharia de produção.

No que diz respeito às ferramentas para coleta de dados e informações, deve-se destacar que Martins (2010) declara a importância de se trabalhar com múltiplas fontes de evidências, quando da condução do estudo de caso.

No presente trabalho, de acordo com os objetivos já apresentados, selecionou-se: observação participante, fontes de dados de arquivos, questionários, pré e pós-testes.

Um estudo de caso, de acordo com Yin (2008), pode adquirir uma das três formas: descritivo, exploratório ou explanatório. Enquanto o descritivo prevê a narrativa de uma determinada pesquisa sobre o fenômeno estudado, o exploratório permite o desenvolvimento de novas teorias, quando não está claro o que se quer investigar. Já no estudo de caso explanatório, o pesquisador considera o referencial teórico já existente e procura explicá-lo melhor por meio de pesquisa empírica. Assim, uma vez que se procura melhor entender os fenômenos relacionados à avaliação do uso de dinâmicas de aprendizagem, e isso por meio de referenciais teóricos pré-existentes, entende-se que o estudo de caso explanatório se mostra o mais adequado para a presente pesquisa.

Há que se considerar ainda a existência do estudo de caso do tipo único e do tipo múltiplos. Para Yin (2008), utiliza-se um caso único quando, por exemplo, existe uma unidade de análise crítica para testar uma teoria, o caso é raro ou único. São estudos em que, segundo Voss *et al.* (2002), há uma maior oportunidade de aprofundamento da pesquisa, mas ocorre limitação quanto à generalização analítica das conclusões e das teorias geradas. Entretanto, no estudo de caso que envolve múltiplas unidades de análise, embora sejam requeridos mais recursos e maior tempo do pesquisador, as vantagens são muitas, tais como: maior abrangência, possibilidade de comparação entre os casos e facilidade de replicação.

Assim, para este trabalho de pesquisa opta-se pelo estudo de caso do tipo múltiplos. Considerando-se que um estudo de caso do tipo único, ou seja, a avaliação de uma única dinâmica de ensino, em uma única turma, não possibilitaria uma análise suficientemente profunda; e, tendo em vista o interesse de avaliar os casos entre eles e identificar possíveis padrões, empreende-se a avaliação de múltiplas aplicações de uma dinâmica de ensino. Como regra geral, Eisenhardt (1989) estabelece como suficiente uma quantidade de quatro a dez casos, motivo pelo qual são tratados, nessa pesquisa, um número não inferior a 4 casos.

3.1.1 Projeto do Estudo de Caso

O modelo metodológico utilizado para condução desta pesquisa segue as fases e ações resumidas no Quadro 04, de acordo com diretrizes propostas por Miguel (2007) e Yin (2008).

Quadro 04 – Estrutura do estudo de caso aplicada na tese. Adaptado de Yin (2008) e Miguel (2007).

Fase do Projeto	Ações a implementar
<i>Definição da estrutura teórico-conceitual</i>	• Pesquisar bibliografia sobre Educação na Engenharia • Pesquisar bibliografia sobre Jogos, Simulações e Dinâmicas de Ensino • Pesquisar bibliografia sobre Avaliação de Práticas de Ensino Lúdicas • Sintetizar pesquisa bibliográfica efetuada • Definir as proposições da pesquisa • Estabelecer o modelo teórico conceitual
<i>Planejamento dos dados</i>	• Selecionar as unidades de análise • Escolher as ferramentas para coleta de dados • Desenvolver o protocolo de pesquisa
<i>Casos piloto</i>	• Testar procedimentos de aplicação
<i>Coleta dos dados</i>	• Conduzir caso – Dinâmica MIB – Estudo Piloto • Conduzir caso – Dinâmica MIB – Turma MBA • Conduzir caso – Dinâmica MIB – Turma Grad. em Administração • Conduzir caso – Dinâmica MIB – Turma Mestrado & Doutorado
<i>Análises e conclusões</i>	• Realizar análise – Dinâmica MIB – Estudo Piloto • Realizar análise – Dinâmica MIB – Turma MBA • Realizar análise – Dinâmica MIB – Turma Grad. em Administração • Realizar análise – Dinâmica MIB – Turma Mestrado & Doutorado • Realizar análise intercasos • Apresentar conclusões e contribuições

A primeira fase do modelo metodológico compreende a definição da estrutura teórico-conceitual, que, segundo Fleury (2010), é o elemento mais importante a ser preparado antes do trabalho de pesquisa de campo. Esta é a fase em que, por meio da pesquisa bibliográfica nos temas “Educação na Engenharia”, “Utilização de Jogos, Simulações e Dinâmicas de Ensino” e “Avaliação de Dinâmicas de Ensino”, identificam-se os “recortes” mais adequados na literatura para a definição das proposições do trabalho de pesquisa e do modelo multidimensional para avaliação de dinâmicas de ensino, usado como principal elemento balizador para a condução e análise dos casos investigados.

A fase seguinte trata do planejamento dos casos, onde as unidades de análise (em que turmas serão aplicadas as dinâmicas de ensino) são selecionadas e também as ferramentas mais adequadas para a coleta de dados (observação, questionários, pré e pós-testes). É nessa fase que são definidos o protocolo de pesquisa, principal documento para oficialização e nivelamento de todas as tarefas no trabalho de campo, entre o pesquisador e as unidades de análise.

A terceira fase se refere ao caso piloto. Miguel (2007) ressalta que esta é uma prática de extrema importância (mas pouco executada) e representa uma oportunidade de avaliar se os objetivos da pesquisa podem, de fato, ser atingidos com o protocolo da forma que foi

confeccionado. A ideia é, basicamente, aplicar o protocolo de pesquisa em um cenário similar ao das unidades de análise, antes do início do trabalho de campo propriamente dito.

A fase posterior, referente à coleta dos dados, nada mais é que a aplicação da dinâmica de ensino nas diferentes turmas, seguida da aplicação dos questionários testados e melhorados na fase anterior. Nessa fase o pesquisador limita-se a coletar informações, não desenvolvendo ainda nenhuma avaliação das práticas observadas, frente ao que o modelo teórico-conceitual propõe.

Por fim, a última fase, que se refere às análises e conclusões, destina-se a avaliar a prática frente à teoria por meio de análises intracasos e intercasos, na busca da identificação de padrões (YIN, 2008), apresentando assim as conclusões e contribuições do modelo proposto nos casos escolhidos, bem como as considerações sobre os ganhos efetivos no processo ensino-aprendizagem e possíveis caminhos para melhoria da dinâmica de ensino.

3.1.2 Avaliação e coleta de dados no estudo de caso

Faz-se necessário considerar determinados elementos para avaliação da qualidade de um estudo de caso: a validade construtiva; a validade externa e a confiabilidade (YIN, 2008).

A validade construtiva avalia se o desenvolvimento do estudo de caso buscou prover adequadas referências, definições, teorias e interpretação dos conceitos pesquisados para que se pudesse garantir uma íntegra correlação entre os dados e informações coletadas e os conceitos estudados.

Já a validade externa referencia a forma como se deu o trabalho de análise dos dados e as fronteiras que delimitam os resultados e conclusões obtidas no trabalho de pesquisa quanto à generalização destes. Conceitualmente, o método estudo de caso traz em sua natureza pouca base para generalização dos resultados obtidos.

Por último, a confiabilidade é o critério associado à variação dos resultados obtidos e conclusões no trabalho de pesquisa, em função do método utilizado pelo pesquisador. Por esse motivo, a presente pesquisa busca permitir a utilização do modelo multidimensional para avaliação de dinâmicas de ensino e a convergência para as mesmas conclusões, independentemente do pesquisador que conduza o trabalho.

Em se tratando da coleta de dados, Yin (2008) ressalta, dentre as ferramentas utilizadas para esse fim, o uso de um protocolo de pesquisa. Tal protocolo objetiva aumentar a confiabilidade do estudo de caso e serve como um roteiro para nortear as atividades de pesquisa de campo a serem desenvolvidas pelo pesquisador.

3.1.3 Condução do caso piloto

Antes da condução do caso piloto, o protocolo de pesquisa foi analisado juntamente com o professor facilitador, responsável pela aplicação das dinâmicas de ensino. Dessa forma, suas considerações foram analisadas, buscando a minimização do risco associado ao desenvolvimento deste trabalho de pesquisa e a escolha das dimensões de análise, presentes no questionário.

Após os ajustes feitos no protocolo de pesquisa, a partir da avaliação do professor especialista, foi conduzido o caso piloto, com o objetivo de avaliar a qualidade do instrumento frente aos objetivos de pesquisa e assim, realizar alterações necessárias antes das aplicações subsequentes.

O cenário para condução do caso piloto é o mesmo que se pretende encontrar nas aplicações previstas como objeto de pesquisa posterior: alunos da disciplina ‘Sistemas de Produção’ ou de disciplinas correlatas, da UNIFEI; a mesma dinâmica, com conteúdo relativo aos conceitos básicos de sistemas de produção; e o mesmo professor-facilitador.

Avaliando as informações obtidas nos relatos do professor-facilitador, análise documental referente às aplicações anteriores da dinâmica e observação direta, em comparação com o modelo teórico-conceitual, concluiu-se que, após a realização dos devidos ajustes e acréscimo das questões que comporão os pré e pós-testes, o protocolo estaria adequado para a condução da pesquisa de campo como elemento norteador de análise do processo de “desenvolvimento de um instrumento multidimensional para avaliação de práticas de ensino no processo de aprendizagem”.

3.2 O modelo proposto para avaliação de práticas de ensino

Anteriormente foi apresentada a razão para se construir modelos de avaliação de práticas de ensino lúdicas: ainda há pouca pesquisa empírica que avalie os efeitos dessas iniciativas no processo ensino-aprendizagem. Os níveis de avaliação de Kirkpartick foram também apresentados e, estabelecida para a presente pesquisa, a pretensão de se trabalhar com a avaliação nos dois níveis iniciais:

Nível 1 – Reação – utilizando, ao menos 5 dimensões: atenção, relevância, confiança, satisfação e interação.

Nível 2 – Aprendizagem – utilizando pré e pós-testes.

Para a avaliação no nível da reação, há a necessidade de escolha dos parâmetros do questionário multidimensional, que poderá ser realizado manualmente ou por meio de um

sistema informatizado (cuja proposição é detalhada na Figura 02); o planejamento da avaliação; e os cálculos necessários para tal avaliação.

Dessa forma, o professor facilitador poderá escolher, dentre uma série de dimensões e questões, aquelas que são mais aplicáveis ao seu propósito educacional. Cada dimensão terá ainda, como padrão, uma questão aberta que permitirá a identificação de aspectos não explorados nas respostas com escala *Likert*.

A imagem mostra a interface de um sistema de avaliação dividido em três seções principais, indicadas por setas numeradas 1, 2 e 3.

Seção 1: Avaliação - Nível 1 - Reação
 1o. passo: Escolha a Dimensão
☐ Atenção
☐ Relevância
☐ Confiança
☐ Satisfação
☐ Interação
☐ Outra [adicionar](#)

Seção 2: Dimensão ATENÇÃO
 2o. passo: Escolha as questões que comporão a Dimensão
☐ Tinha alguma coisa interessante no começo dessa dinâmica que me prendeu minha atenção.
☐ Os materiais utilizados na dinâmica são atraentes.
☐ A qualidade do material utilizado ajudou a prender minha atenção.
☐ Essa atividade é tão abstrata que foi difícil me manter atenta.
☐ O material impresso parecia muito simplificado e não era atraente.
☐ A forma com que as informações são organizadas nas impressões.
☐ Esta dinâmica trouxe algumas coisas que estimularam minha curiosidade.
☐ O número de repetições nesta dinâmica me causou tédio algumas vezes.
☐ Eu aprendi algumas coisas que foram inesperadas ou surpresas.
☐ O local onde se realizou a dinâmica ajudou a prender minha atenção nas atividades.
☐ O estilo da dinâmica é chato.
☐ Tem tanta informação na dinâmica que chega a ser irritante.

Seção 3: Questões da Dimensão ATENÇÃO
 3o. passo: Delete, edite ou inclua questões na Dimensão
☐ Tinha alguma coisa interessante no começo dessa dinâmica que me prendeu minha atenção.
☐ Os materiais utilizados na dinâmica são atraentes.
☐ A qualidade do material utilizado ajudou a prender minha atenção.
☐ Essa atividade é tão abstrata que foi difícil me manter atenta.
☐ O material impresso parecia muito simplificado e não era atraente.
☐ A forma com que as informações são organizadas nas impressões.
☐ Esta dinâmica trouxe algumas coisas que estimularam minha curiosidade.
☐ O número de repetições nesta dinâmica me causou tédio algumas vezes.
☐ Eu aprendi algumas coisas que foram inesperadas ou surpresas.
☐ O local onde se realizou a dinâmica ajudou a prender minha atenção nas atividades.
☐ O estilo da dinâmica é chato.
☐ Tem tanta informação na dinâmica que chega a ser irritante.
 Botões: [Editar](#) [Duplicar](#) [Excluir](#) [adicionar](#)

Figura 02 – Representação do sistema de escolha e edição do questionário multidimensional de avaliação.

O sistema informatizado poderá ser concebido para, a partir do modelo multidimensional pré-estabelecido, gerar um questionário aplicável às necessidades e particularidades do momento, bem como de um jogo, simulação ou dinâmica específica. O professor, conforme apresenta a Figura 02, terá como primeiro passo a escolha da dimensão ou inclusão de uma nova dimensão; em seguida deverá escolher as questões que comporão a dimensão (dentre as questões presentes no modelo); e, por fim, terá a opção de editar, duplicar, excluir e adicionar questões à dimensão, caso haja interesse. O questionário estará pronto quando as dimensões e questões de cada dimensão tiverem sido devidamente

escolhidas e editadas. A partir de então, será gerado um *link* pelo sistema, pelo qual os alunos responderão as questões, após a aplicação da atividade lúdica de ensino.

De qualquer forma, ainda que mais trabalhoso e oneroso, as aplicações do modelo de avaliação podem ser realizadas sem o auxílio do sistema informatizado. Para os casos aqui apresentados, a escolha das dimensões e questões foi realizada manualmente e o questionário multidimensional utilizado para a avaliação no nível 1, da Reação, encontra-se detalhado no Anexo A.

Para a avaliação no nível da aprendizagem, o professor facilitador, responsável pela aplicação da atividade lúdica, deve criar questões dissertativas que abordem o conteúdo alvo. Além do preparo das questões, propriamente ditas, o professor tem como objetivo, nessa etapa, a criação do gabarito, contendo a resposta esperada em cada questão, o que permitirá a correção e comparação entre o pré e o pós-teste, conforme representado na Figura 03.

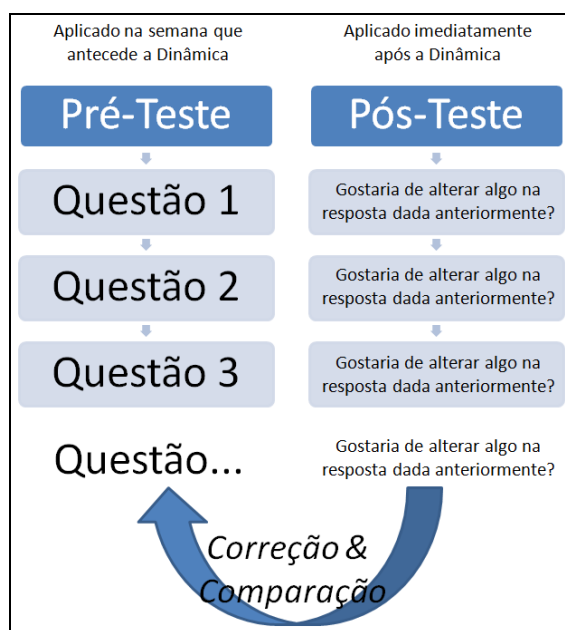


Figura 03 – Representação dos testes para avaliação da aprendizagem.

Ainda conforme a Figura 03, o procedimento para aplicação dos testes é de prover aos alunos a oportunidade de responder as questões antes da dinâmica, como por exemplo, na semana anterior à sua aplicação ou mesmo nos instantes que antecedem a aplicação da dinâmica. Em seguida, e imediatamente após a aplicação da dinâmica, os alunos teriam acesso às respostas dadas anteriormente, e seriam confrontados e incentivados com a indagação: “Gostaria de alterar algo na resposta dada anteriormente?”, numa oportunidade agora de apresentarem sua evolução em relação aos conceitos abordados na atividade lúdica.

As questões para a avaliação no nível 2, da Aprendizagem, são apresentadas no Anexo B. Cabe notar que, ao longo da aplicação da dinâmica em diferentes turmas, a pesquisa apontou a necessidade de alteração de algumas questões. Tais alterações ficam evidentes nos Quadros B1, B2 e B3 (do Anexo B) e as implicações dessas alterações serão tratados no Capítulo 5.

O Modelo Multidimensional para Avaliação de Práticas de Ensino, como um todo, é representado por 10 passos, que tem como passos principais a aplicação da atividade propriamente dita e as avaliações da reação e da aprendizagem dos alunos (ver Figura 04). Os passos do modelo evidenciam a relevância científica e originalidade da presente tese, uma vez que demonstra em cada etapa a adaptação de modelos já consagrados e a proposição/inclusão de dimensões e questões igualmente relevantes, seja em relação à adoção dos dois níveis de Kirkpatrick, seja em relação aos instrumentos criados para a avaliação propriamente dita.

Os 3 primeiros passos configuram a etapa de *Design* Instrucional do jogo, simulação ou dinâmica, em que são preparadas a atividade em si, o questionário de reação e o teste de aprendizagem, abrangendo os níveis 1 e 2 do modelo de avaliação de Kirkpatrick.

A aula de introdução ao conteúdo (passo 4) é opcional, uma vez que o professor pode ter como objetivo a avaliação da efetividade de uma dinâmica que tenha apenas o conhecimento prévio do aluno como pano de fundo. De qualquer modo, caso opte por uma aula de introdução ao conteúdo, caberá ao professor, ainda, a decisão de quais pontos deverá abordar e em que nível. Essa decisão, na verdade, faz parte das etapas anteriores em que o *design* instrucional é definido.

O passo para aplicação do pré-teste pode ocorrer alguns dias antes da aplicação da dinâmica ou até mesmo nos instantes que antecedem a aplicação da dinâmica.

Os passos seguintes (6º, 7º e 8º) acontecem concomitantemente, ou seja, durante o período reservado para a aplicação da atividade lúdica, acontece também a disponibilização do pós-teste (para resposta imediata) e do *link* para o questionário multidimensional (para resposta posterior, dentro de prazo estipulado pelo professor-facilitador).

O 9º passo é composto por cálculos, análise dos resultados e levantamento de dados que poderão subsidiar a produção de artigos científicos e melhorias na atividade lúdica (passo seguinte). As etapas do 9º passo abrangem:

- Cálculos: confiabilidade do instrumento (alfa de cronbach e alfa de cronbach estratificado), purificação da escala (se necessário), indicador de aproveitamento, gráfico radar, teste de Wilcoxon para os pré e pós-testes etc.

- Análise dos resultados: todo conjunto de respostas obtidas através dos questionários e testes (nível 1 e 2), as observações e entrevistas (com alunos e/ou professor facilitador), bem como os cálculos realizados, darão suporte ao encadeamento do estudo de caso, sendo que cada aplicação da dinâmica poderá ser avaliada separadamente.
- Produção científica: como resultado final da aplicação do Modelo Multidimensional para Avaliação de Práticas de Ensino, espera-se a produção de artigos científicos e troca de experiências na crescente e ainda incipiente área de avaliação de jogos, simulações e dinâmicas. Além da presente tese, que fará uso do modelo para múltiplos casos, outros pesquisadores poderão replicar e utilizar o modelo aqui proposto.

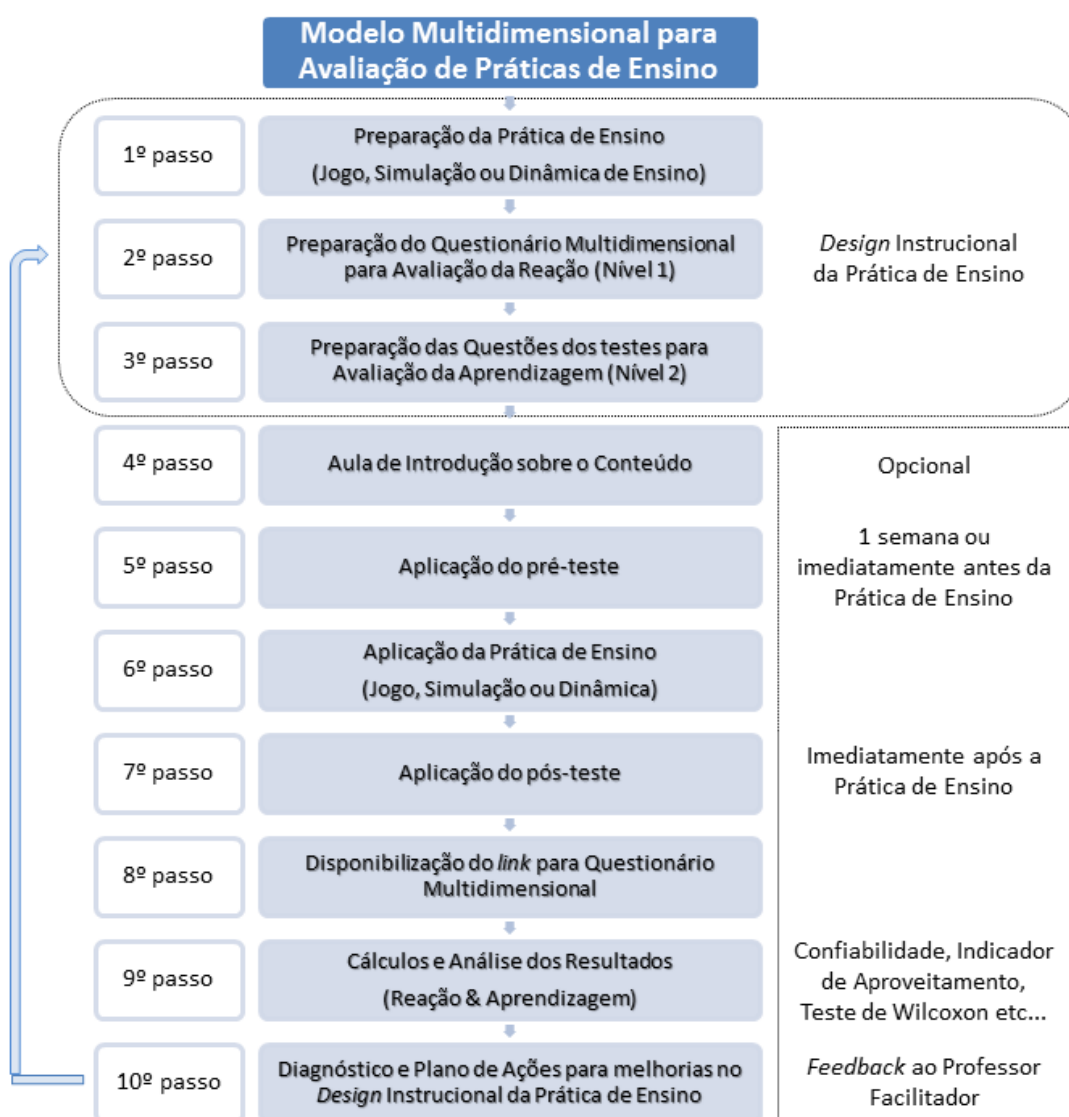


Figura 04 – Representação esquemática do Modelo Multidimensional para Avaliação de Práticas de Ensino.

O último passo, e não menos importante, traz a possibilidade de se levantar um diagnóstico que produza um plano de ações para melhorias no *design* instrucional da atividade lúdica. Os primeiros passos, ao longo do planejamento de uma nova aplicação da dinâmica, serão repensados à luz dos resultados de suas últimas aplicações; o questionário de reação e o pré e pós-testes de aprendizagem, principalmente, poderão ser revistos para que tragam continuamente informações mais relevantes, que realimentem e incrementem o processo ensino-aprendizagem através das práticas de ensino adotadas.

3.3 Proposta para Avaliação no Nível 1 – Reação

Para a aplicação e avaliação de cada dinâmica são definidas, pelo professor facilitador, um certo número de dimensões e questões. Os alunos respondem a estas questões, utilizando “1” para “*discordo totalmente*” até “5” para “*concordo totalmente*”. Além das questões com escala *Likert*, o questionário entregue aos alunos apresenta sempre questões abertas, que avaliam também as dimensões adotadas e permitem uma possível identificação de aspectos não explorados nas respostas com escala *Likert*. As questões adaptadas para a presente pesquisa são apresentadas no Anexo A.

Os cálculos subsequentes compreendem principalmente a verificação da confiabilidade do instrumento, purificação da escala (quando necessário) e a obtenção dos indicadores de aproveitamento para cada dimensão analisada.

A confiabilidade do instrumento, para cada dinâmica, é verificada mediante o cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach (α), que expressa uma estimativa da consistência interna de dados obtidos com um determinado instrumento; e é calculado a partir das variâncias dos itens do instrumento e da pontuação total por respondente (CRONBACH, 1951; CRONBACH; SHAVELSON, 2004). Em outras palavras, dado que todos os itens de um questionário utilizam a mesma escala de medição, o coeficiente α mede a correlação entre respostas em um questionário através da análise do perfil das respostas dadas pelos respondentes. O cálculo do α é representado pela Equação (1):

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (1)$$

onde:

k = corresponde ao número de itens (perguntas) do questionário;

s_i^2 = corresponde a variância de cada item;

s_t^2 = corresponde a variância total do questionário. Para o cálculo de s_t^2 , primeiramente, calcula-se a soma das respostas de cada um dos “j” alunos respondentes. Em seguida, calcula-se a variância dos “j” valores obtidos.

Por meio do α , a consistência interna dos dados e, por consequência, a confiabilidade do questionário, é quantificada numa escala de 0 a 1. Os valores aceitáveis para o α são aqueles superiores a 0,70. Para Streiner (2003), o valor máximo esperado do α fica em torno de 0,90, pois, acima desse valor, considera-se que vários itens podem estar medindo exatamente o mesmo fator. Em contrapartida, um α muito baixo pode refletir a codificação errada de itens ou a mistura de itens de dimensões diferentes, exigindo a reavaliação da base teórica que motivou a construção da escala ou a adoção de um estimador alternativo de consistência.

A medida de confiabilidade através do α pode ser afetada pelo número de itens e multidimensionalidade do instrumento, pelo número e heterogeneidade dos respondentes, pela escala *Likert* adotada etc (OSBOURN, 2000). Além disso, o índice α pode, em geral, ser classificado como uma estimativa conservadora da consistência de uma medida (CRONBACH; RAJARATNAM; GLESER, 1963).

Se apercebendo das limitações do α , principalmente no sentido em que o α subestima a verdadeira consistência, Cronbach, Rajaratnam e Gleser (1963) propuseram o cálculo do Alfa de Cronbach Estratificado (α_{Estr}). Osbourn (2000) ressalta ainda que a análise da consistência seria comprometida, particularmente no caso de instrumentos definidos com escala multidimensional. O IMMS é um claro exemplo de instrumento multidimensional, por tratar da motivação através das 4 dimensões ARCS e, de igual modo, o modelo apresentado neste trabalho, com suas múltiplas dimensões.

Vários estudos, dentre eles: Komaroff (1997); McDonald (1999); Osbourn (2000); Kamata *et al.* (2003), testaram vários estimadores alternativos de consistência, em diferentes escalas multidimensionais, e seus resultados demonstraram que o método do α_{Est} apresenta os melhores resultados em condições de multidimensionalidade.

O índice α_{Estr} é definido pela Equação (2) como:

$$\alpha_{Estr} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^d s_i^2 \cdot (1 - \alpha_i)}{s_t^2} \quad (2)$$

onde:

d = corresponde ao número de itens do questionário que compõem a dimensão;

s_i^2 = corresponde a variância de cada item da dimensão;

α_i = alfa de Cronbach para a dimensão;

s_t^2 = corresponde a variância total do questionário.

Uma importante etapa da análise, após certificada a confiabilidade do instrumento, é a purificação da escala. Parassuraman *et al.* (1985), o define como um procedimento em que se simula a eliminação de um a um dos itens do questionário. Nesse procedimento buscam-se determinar quais são as questões que prejudicam a confiabilidade do questionário para o grupo de respondentes daquela dinâmica em especial.

A purificação da escala aponta a possibilidade de que uma ou mais questões não estejam altamente correlacionadas com as outras questões do instrumento (PARASSURAMAN *et al.*, 1985). Tal procedimento determina a necessidade de um cuidado maior ao se analisar tais questões isoladamente e, para uma nova aplicação do instrumento, um estudo que pondere a adequação ou eliminação de tais questões. Cabe lembrar que se trata de um procedimento desnecessário quando os valores de α e α_{Estr} são superiores a 0,70.

Outra etapa, de igual importância, adotada como base para as análises e avaliações das dinâmicas, se refere ao cálculo de uma pontuação média e de um indicador de aproveitamento para cada dimensão avaliada na dinâmica.

As pontuações médias em cada dimensão e para cada dinâmica são calculadas através da Equação (3).

$$p = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_j \right) \cdot \frac{1}{n} \quad (3)$$

onde:

p = pontuação média atingida na dimensão

n = número de alunos que responderam o questionário

m = número de questões utilizadas no questionário

Rj = pontuação associada à j-ésima resposta

Além disso, para a avaliação de cada dinâmica e das dimensões adotadas, foi adotado um indicador nomeado de aproveitamento (AP), sendo que este indicador considera 100% nos casos onde os alunos pontuaram a questão com nota máxima. O indicador AP, definido em estudo semelhante por Montevechi *et al.* (2013), é a normalização de p para uma escala percentual, como mostra a Figura 05.

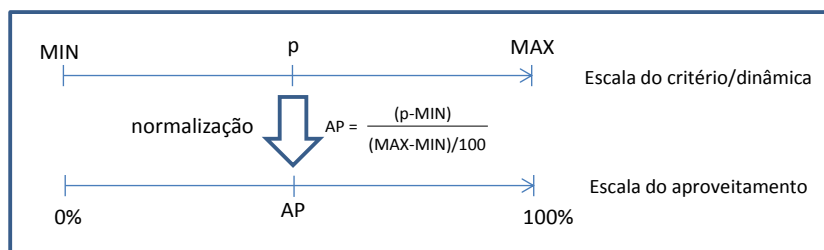


Figura 05 – Indicador AP, calculado a partir da normalização de p.

FONTE: adaptado de Montevechi *et al.* (2013).

O valor de AP permite verificar, dentre as dimensões estudadas, quais estão sendo satisfatoriamente atendidas na aplicação da dinâmica e dá ao professor (e aos que o auxiliam no *design* instrucional das atividades) uma hierarquia de prioridades para atuação corretiva e incorporação de melhorias na dinâmica.

3.4 Proposta para avaliação no Nível 2 – Aprendizagem

Conforme apresentado anteriormente, a avaliação no Nível 2 compreende, dentre outras possibilidades, a adoção de pré e pós testes, visando atestar o incremento de aprendizagem com a aplicação de determinada atividade educacional.

Para a avaliação da aprendizagem com uma dinâmica de ensino, o professor facilitador define algumas questões relativas a conceitos chaves nela abordados. Tais questões são apresentadas aos alunos “antes” e “depois” da aplicação da dinâmica, conforme sugerido no Modelo de Multidimensional para Avaliação de Práticas de Ensino (Figura 04).

O Anexo B contém as questões e a evolução que estas exigiram em decorrência da aplicação sucessiva da dinâmica. A escala *likert* adotada prevê que os alunos respondam desde o “1” para “Estou convicto de que é falsa a afirmação” até o “5” para “Estou convicto de que é verdadeira a afirmação”, passando pelo “2” (“Acho que é falsa a afirmação”) e “4” (“Acho que é verdadeira a afirmação”) e também pela opção neutra “3” (“Não sei”).

Os cálculos subsequentes compreendem a verificação e comparação das amostras obtidas “antes” e “após” a aplicação da dinâmica. Para tanto, utiliza-se o Teste de Wilcoxon (*Wilcoxon Signed Rank Test*) ou, em português, “Teste de Postos com Sinais”, um equivalente do “Teste t pareado” para dados não paramétricos, usado para comparar 2 amostras de dados pareados, não independentes (MILLER; MILLER, 1993; WALPOLE *et al.*, 2009). Em outras palavras, no Teste de Wilcoxon, a resposta dada em cada questão é observada em todos os alunos respondentes em 2 momentos distintos (dados pareados: “antes” e “depois”) e compara-se se existe diferença entre a resposta dada no final da dinâmica e a resposta inicial.

Adota-se como hipótese nula (H_0) que “a intervenção não tem efeito estatisticamente significativo”, ou seja, não é possível afirmar que a dinâmica colaborou para a mudança das respostas daquele grupo de alunos. Como hipótese alternativa (H_1) pressupõe-se que “a intervenção tem efeito estatisticamente significativo”, o que equivale a considerar a dinâmica como responsável pela mudança das respostas dos alunos, que, à priori, pode ser uma mudança para pior (distanciando-se da resposta esperada) ou para melhor (aproximando-se da resposta esperada). O nível de significância para os testes é fixado em 95%, de forma que, para valores de p inferiores a 5% é aceita a hipótese alternativa.

Ainda de acordo com Miller e Miller (1993) e Walpole *et. al.* (2009), o algoritmo do Teste de Postos com Sinais, de Wilcoxon, promove a substituição das observações por seus postos (ranqueamento) e testa se as diferenças positivas são maiores ou menores, em grandeza absoluta, que as diferenças negativas. Assim, para cada indivíduo, calcula-se a diferença entre a medição após e antes da intervenção; desconsidera-se os indivíduos com diferença nula; ordena-se os indivíduos, segundo o valor absoluto das suas diferenças; e calcula-se os postos usando esta ordenação. Por fim, calcula-se a soma dos postos correspondentes às diferenças positivas, e a soma dos postos correspondentes às diferenças negativas. O valor obtido é então considerado para, através de uma aproximação à distribuição normal, chegar-se aos valores críticos entre os quais aceita-se a hipótese nula ou a hipótese alternativa.

A partir da constatação se houve, ou não, efeito estatisticamente significativo da intervenção, o professor facilitador pode então avaliar e tomar decisões em torno da questão ou conceito chave abordado naquela questão do pré e pós-testes.

Quando o resultado afirma a hipótese nula, o professor é encorajado: a repensar a formulação da questão, que pode ter influenciado negativamente as respostas dos alunos; ou ainda, a planejar possíveis alterações na própria dinâmica, para que o conceito abordado se torne mais claro aos alunos em aplicações posteriores.

Em contrapartida, quando o resultado rejeita a hipótese nula, o professor considera que houve incremento na aprendizagem no tocante àquele conceito abordado, mesmo considerando, de forma geral, os alunos que já demonstravam tendência a responder corretamente.

Por fim, a análise de todo conjunto de respostas obtidas através dos questionários, os pré e pós-testes, as observações e entrevistas, bem como os cálculos realizados, dão suporte à avaliação intra e intercasos, conforme propostos na metodologia deste trabalho.

4 DESCRIÇÃO DA DINÂMICA MIB

Tendo em vista o objetivo geral da presente tese, de entender e construir mecanismos para mensurar o potencial impacto positivo da utilização de dinâmicas de ensino na engenharia de produção, e os objetivos específicos, de propor e aplicar um modelo multidimensional de avaliação em dinâmicas de ensino específicas; o capítulo em questão apresenta a Dinâmica de ‘Montagem Interativa de Bloquinhos’ (MIB), aplicada em turmas da disciplina ‘Sistemas de Produção’ ou disciplinas similares, na Universidade Federal de Itajubá.

A Dinâmica MIB, além de abordar os principais conceitos sobre o Sistema de Toyota de Produção (STP), também trata dos conceitos de *Just in Time* (JIT), tempo de *setup*, metodologia 5S e nivelamento de produção (*Heijunka*). Na dinâmica, acontecem quatro rodadas pelas quais são reforçados aos alunos os conceitos apresentados e trabalhados em aula anteriormente ou, mais frequentemente, como introdução ao conteúdo.

No decorrer das quatro rodadas, as equipes de alunos podem tomar diferentes decisões e acompanhar os resultados de suas decisões em um sistema de produção simulado. É dessa forma que os conceitos descritos anteriormente são transmitidos aos alunos participantes.

Tal dinâmica vem sendo aplicada na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) desde junho de 2003, na graduação e na pós-graduação em Engenharia de Produção, tendo sido premiada em 2005, na sessão de Ensino de Engenharia do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) (PINHO *et al.*, 2005). A dinâmica representa um sistema de produção que é inicialmente caracterizado por ser do tipo “empurrado” (quando um trabalho é finalizado num posto, o resultado da operação é “empurrado” para a próxima estação ou para o inventário final), e que, ao final, torna-se um sistema do tipo “puxado” (cada estação “puxa” o resultado da montagem da estação anterior, de acordo com o necessário, e os produtos finais da operação são “puxados” pelo cliente de acordo com sua demanda).

Esta dinâmica se caracteriza por ser um modelo de aprendizagem vivencial, pois segundo Kolb e Kolb (2005; 2006), enfatiza a experiência no processo de aprendizagem. Para que ocorra o aprendizado é necessário, que as pessoas se envolvam completa e abertamente em novas experiências concretas. Em seguida, é necessário refletir sobre essas experiências e observá-las a partir de outras perspectivas. Depois, as conclusões obtidas devem ser generalizadas, criando-se novos conceitos que consigam integrar as observações em teorias lógicas. No final, deve-se transferir, ou mesmo testar, estes conceitos em novas situações, modificando procedimentos, tomando decisões ou resolvendo problemas.

A MIB se baseia em uma dinâmica utilizada pelo grupo ALCOA, porém adaptada ao cenário acadêmico. Consiste na montagem de bloquinhos LEGO®, representando três tipos de produtos finais de uma linha de montagem, conforme mostra a Figura 06.

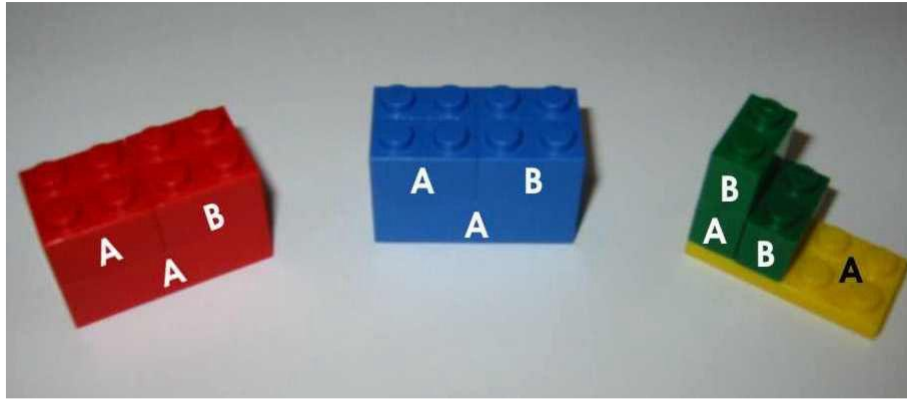


Figura 06 – Peças a serem montadas, com as letras indicando a responsabilidade de cada Operador.

Fonte: Pinho *et al.* (2005) e Rodrigues (2011).

4.1 Preparação geral

Cada grupo participante é dividido em no mínimo três componentes, que recebem as seguintes responsabilidades:

- *Operador A*: responsável pela primeira parte da montagem, designadas pela letra “A” na Figura 06;
- *Operador B*: responsável pela segunda parte da montagem (letra “B” na Figura 06) e preparar o *setup* da máquina antes de efetuar a montagem; e
- *Expedição*: responsável pelo embarque no caminhão.

O *setup* da máquina foi propositalmente definido para tomar tempo do Operador B. Além disso, o embarque deve seguir a ordem imposta pelo cliente (cores nos caminhões).

Entrega-se então para cada grupo a sequência de montagem de cada um deles e a folha com os caminhões para embarque na Expedição, sendo estipulado um tempo total de 4 minutos por rodada para o embarque de 30 peças. Assim, o ritmo de produção (*takt time*) de cada peça é de 8 segundos e as equipes são informadas deste tempo.

4.2 Rodada 1 – sem organização

As peças são colocadas sobre a mesa de cada grupo, porém, sem organização conforme apresentado na Figura 07. O Operador A segue sua sequência de montagem o mais rápido possível. O Operador B, por sua vez, segue sua sequência, porém aguardando as peças semi-

acabadas provenientes do Operador A. Não é permitido adiantar a produção, desrespeitando a sequência pré-estabelecida. As sequências são impostas e diferentes. As peças acabadas são entregues a Expedição, que deve carregar os caminhões na sequência de cores estabelecida.

Ao final da rodada preenche-se a planilha de dados. É importante ressaltar que para o “Custo das peças não-acabadas”, estas devem ser contadas em dobro, pois cada produto não-acabado possui dois bloquinhos. Para o “Custo das peças acabadas”, cada peça pronta será equivalente a uma unidade. Por outro lado, para cada produto entregue, o grupo recebe o valor referente ao preço do produto, mas o caminhão deve estar completamente cheio para sair e entregar os produtos.

Um componente de cada grupo deve expor seus resultados: o percentual de entrega e o lucro ou prejuízo final. Nessa etapa é comum observar que as equipes não atingem a meta de produção, obtendo prejuízo devido ao custo do estoque gerado entre processos.

Ao final da primeira rodada abre-se, então, uma discussão sobre melhorias que podem ser implementadas na linha de produção, introduzindo o conceito dos 5 S’s.



Figura 07 – Peças sem organização. Fonte: Pinho *et al.* (2005) e Rodrigues (2011).

4.3 Rodada 2 – organização pelo conceito 5S

De acordo com o conceito dos 5 S’s, organizam-se e separam-se as peças (Figura 08). As peças não úteis são guardadas. Repete-se então o mesmo esquema da rodada 1 e, ao final desta rodada, nova discussão introduz o conceito de *kanban*.



Figura 08 – Peças organizadas após 5 S's. Fonte: Pinho *et al.* (2005) e Rodrigues (2011).

4.4 Rodada 3 – inclusão de *kanban*

Nessa rodada, cada grupo participante decide qual sequência de montagem será substituída pelo *kanban*, representado na Figura 09. Retira-se então, a sequência escolhida, substituindo-a por um cartão *kanban*. Este cartão é previamente preenchido com as respectivas montagens, sendo uma peça em cada espaço. Repete-se o esquema da rodada anterior, porém com somente uma sequência de montagem, sendo a outra “puxada” pelo posto de trabalho posterior à mesma.

Ao final da rodada, discute-se se foi válida ou não a substituição da sequência de montagem por um cartão *kanban*. Salienta-se que a substituição mais adequada seria a da sequência do Operador B, uma vez que o mesmo está mais próximo ao cliente.

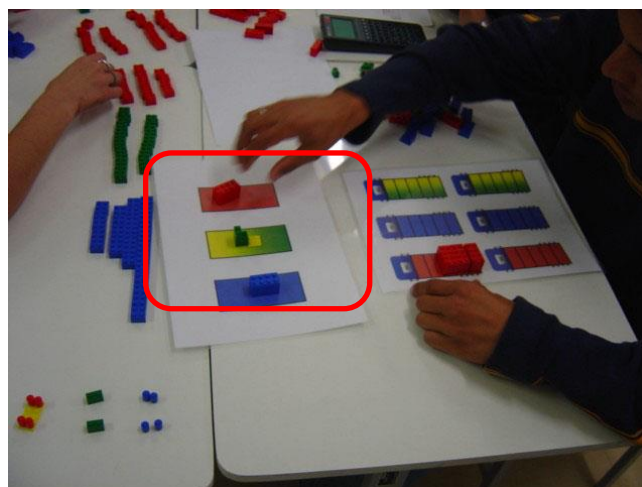


Figura 09 – Substituição de 1 sequência por *kanban* (em destaque).

Fonte: Pinho *et al.* (2005) e Rodrigues (2011).

Introduz-se aqui o conceito de Troca Rápida de Ferramentas (TRF), substituindo então o *setup* tradicional por um do tipo *One Touch Exchange or Die* (OTED), onde o Operador B passa a não mais necessitar montá-lo, e sim apenas pressionar um botão, reduzindo o tempo de *setup*. Introduz-se ainda o conceito de Nivelamento de Produção ou *Heijunka*.

4.5 Rodada 4 – kanban & nivelamento

Substitui-se agora também a sequência do operador restante por outro cartão *kanban*. Além disto, é substituída a folha com o desenho dos caminhões que “só carregam um tipo de peça por vez” por uma com caminhões que “podem carregar peças misturadas”, representando o nivelamento de produção, de acordo com a Figura 10.

Com dois cartões *kanban*, é a Expedição que “puxa” toda a produção. Após esta rodada, observa-se que as equipes cumprem a meta com um custo mínimo de estoque (somente o material do *kanban*).

Ao final desta rodada, cada equipe retira as três primeiras peças embarcadas no primeiro caminhão. Introduz-se o conceito de *takt time*, ou ritmo de produção. A cada 8 segundos uma peça deveria ser produzida e embarcada, ou seja, os operadores só deveriam produzir ao comando do professor. Esta ação visa mostrar às equipes que a organização da linha de produção possibilitou atender o *takt time* com tranquilidade, algo inconcebível na Rodada 1.

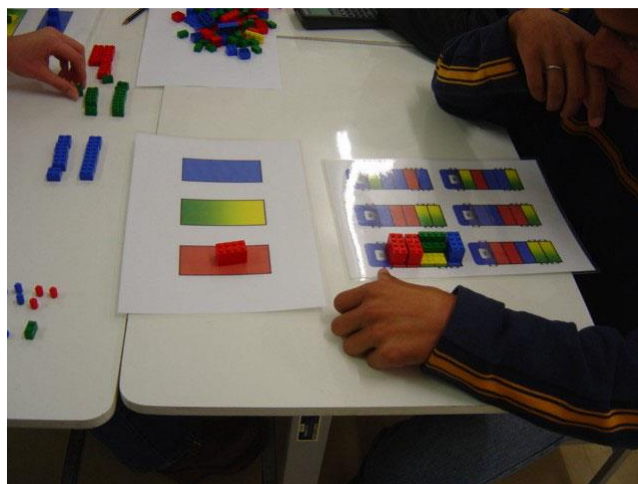


Figura 10 – *Kanban* & Nivelamento. Fonte: Pinho *et al.* (2005) e Rodrigues (2011).

5 ANÁLISE DOS CASOS

De forma geral, a análise dos casos seguiu a sequência estabelecida no Modelo Multidimensional para Avaliação de Práticas de Ensino (Figura 04), particularmente em relação aos últimos passos do modelo: 9º passo – Cálculos e Análise dos Resultados (Reação e Aprendizagem); e 10º passo – Diagnóstico e Plano de Ações para melhorias no *Design Instrucional das Dinâmicas*.

Para efetivação dessa análise, a dinâmica MIB foi aplicada em quatro ocasiões distintas, em diferentes turmas, conforme apresentado no Quadro 05, sendo que:

Quadro 05 – Resumo das quatro aplicações da Dinâmica MIB e questionários.

<i>Instrumento adotado</i>	<i>Aplicação da Dinâmica (Turma)</i>				<i>Principais referências</i>
	<i>Piloto Mar/13</i>	<i>MBA Set/13</i>	<i>ADM Mai/14</i>	<i>M&D Ago/14</i>	
Dimensões ARCS (IMMS)	X	X	X	X	Keller (1993; 2009)
Questões abertas ARCS	X	X	X	X	Pittenger e Doering (2010)
Dimensão Interação			X	X	Taylor e Maor (2000)
Questão aberta – Interação			X	X	Questões desenvolvidas ao longo da pesquisa
Pré e Pós-Testes (versão 1)		X			
Pré e Pós-Testes (versão 2)			X		
Pré e Pós-Testes (versão 3)				X	

- o “Estudo Piloto” foi realizado no início de 2013, abrangendo um total de 54 alunos das turmas de MBA e do Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção. Nessa primeira aplicação da dinâmica foram utilizados apenas as 36 questões do Modelo ARCS/IMMS, seguidas das questões abertas relativas às 4 dimensões: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação (contidas no Anexo A).
- a “Turma de MBA” participou da Dinâmica MIB e da pesquisa de avaliação em setembro de 2013, abrangendo um total de 23 alunos. A avaliação no Nível 1 se deu apenas pela aplicação das 36 questões do Modelo ARCS/IMMS, seguidos das questões abertas relativas as 4 dimensões (contidas no Anexo A). Para a avaliação no Nível 2 foi elaborada a 1ª versão do pré e pós-teste, detalhada no Anexo B – Quadro B01.
- a “Turma da Graduação em Administração” foi contemplada com a dinâmica em maio de 2014, com a participação de 19 alunos. Para a avaliação no Nível 1 foi incorporada a dimensão “Interação”, com mais 8 questões, totalizando 44 questões e, igualmente, foi incorporada também uma questão aberta (Anexo A). Para a avaliação no Nível 2 foi elaborada a 2ª versão do pré e pós-teste, detalhada no Anexo B – Quadro B02.

- os alunos da “Turma de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção” participaram da dinâmica em agosto de 2014. Para a avaliação no Nível 1 foram novamente aplicadas as 44 questões na escala *likert* e as 5 questões abertas das 5 dimensões (Anexo A), obtendo respostas de 16 alunos participantes. Para a avaliação no Nível 2 foi elaborada a 3ª versão do pré e pós-teste, detalhada no Anexo B – Quadro B03, para a qual obteve-se respostas do total de 26 alunos.

A caracterização do perfil das turmas se deu por meio de entrevista com o professor facilitador, e revelou três parâmetros principais:

- (1) contato anterior com os conceitos do Sistema Toyota de Produção;
- (2) experiência profissional na área de Gestão e Produção; e
- (3) atuação profissional na área, no momento da aplicação da dinâmica.

Seguindo tais parâmetros, o Quadro 06 apresenta o perfil resumido das turmas:

Quadro 06 – Perfil das turmas.

<i>Parâmetro</i>	<i>Pequeno(a) ou Nenhum(a)</i>	<i>Intermediário(a)</i>	<i>Grande</i>
(1) contato anterior	ADM	M&D / MBA	
(2) experiência na área	ADM	M&D	MBA
(3) atuação no momento	ADM	M&D	MBA

- a “Turma da Graduação em Administração” é composta por alunos com pouco ou nenhum contato anterior com os conceitos abordados na dinâmica e pouca experiência profissional, sendo que pouquíssimos deles estavam atuando em áreas afins, no momento da aplicação da dinâmica.
- a turma de MBA, por outro lado, é a que apresenta maior experiência profissional na área; sendo que muitos deles estavam atuando profissionalmente na área de Gestão e Produção no momento da aplicação da dinâmica. Além disso, a grande maioria dos alunos já teria tido algum contato anterior com os conceitos abordados na dinâmica, mesmo que isso tenha ocorrido em diferentes níveis de aprofundamento.
- em uma posição intermediária, tem-se a turma de Mestrado e Doutorado. Os alunos dessa turma equiparam-se aos alunos do MBA em relação ao contato anterior com os conceitos, entretanto, têm menor experiência profissional na área de Gestão e Produção e muitos deles fazem o Mestrado ou Doutorado em regime de dedicação exclusiva, por isso, não estariam atuando profissionalmente no momento da aplicação da dinâmica.

5.1 Análise da Dinâmica MIB – Estudo Piloto

As respostas obtidas pelos 54 alunos respondentes no “Estudo Piloto” estão disponíveis no Anexo C (Quadros C01 e C02).

Os valores calculados do α e do α_{Estr} foram respectivamente 0,85 e 0,94, comprovando a confiabilidade do questionário aplicado com valores acima de 0,70.

O estudo de purificação da escala, embora desnecessário por terem sido obtidos valores de α superiores a 0,70, foi realizado nesse estudo piloto, e permitiu confirmar que realmente não houve questões prejudicando a confiabilidade do questionário para esse grupo de respondentes. A eliminação de uma a uma das questões apresentou pequena variação do α para $\pm 0,01$.

5.1.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento

Os indicadores p (pontuação média da dimensão) foram calculados para a dinâmica como um todo e para cada um dos quatro critérios de motivação. Foi calculada a normalização de cada indicador p dos quatro critérios, gerando assim o AP de cada critério. Os valores de AP, bem como sua obtenção, estão registrados no Quadro 07.

Quadro 07 – Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Estudo Piloto).

<i>Cálculo do Aproveitamento</i>	Atenção (A)	Relevância (R)	Confiança (C)	Satisfação (S)	Dinâmica (D)
Mínimo	12	9	9	6	36
Máximo	60	45	45	30	180
p	53,70	38,94	38,57	26,57	157,8
AP	86,88	83,18	82,15	85,73	84,58

O valor de AP demonstra a grande motivação apresentada pelos alunos com a realização da dinâmica e, para este caso, os valores entre 82 a 87% confirmam a aplicabilidade da dinâmica como instrumento didático.

Analisando as dimensões isoladamente, percebe-se uma dificuldade maior dos alunos em relação à confiança. Embora o valor de AP apresentado na dimensão “Confiança” tenha sido alto, este valor é menor em relação aos demais critérios. Entretanto, considerou-se um aproveitamento geral satisfatório, mesmo nesta dimensão.

5.1.2 Análise das questões abertas

Como essa aplicação da Dinâmica MIB (Estudo Piloto) ocorreu com alunos de pós-graduação, houve um maior engajamento, comprometimento e até mesmo facilidade em

responder as questões abertas em um nível mais elevado de detalhamento. Foi possível, através das respostas, notar que muitos já trabalham em áreas correlatas aos assuntos abordados pela dinâmica. Assim, analisando as respostas às questões abertas, destacam-se alguns pontos em cada dimensão.

Na dimensão ATENÇÃO, cuja pergunta era “*o que ajudou você a se manter atento à dinâmica sem se dispersar?*”, houve predominância de algumas respostas, tais como: (a) o material utilizado e o sentimento positivo, simplesmente, pelo fato de se utilizar peças LEGO e, também pelo fato de aprenderem “brincando”; (b) a didática do professor, a condução e exposição das regras e o apoio de facilitadores ao longo da dinâmica; (c) o fato da dinâmica possibilitar a “teoria colocada em prática”; (d) a competitividade saudável e o trabalho colaborativo, realizado em equipe; (e) alvos bem definidos (atender o cliente) e funções bem claras para cada participante; (f) a expectativa do resultado final; (g) a interatividade; (h) as explicações sobre a relação da dinâmica com conceitos importantes; (i) a repetição sempre com novidade (novo gargalo / novo problema); dentre outros.

Houve ainda menções à importância do conteúdo abordado; à aplicabilidade futura dos conceitos aprendidos; à empolgação dos colegas, à necessidade de entender o funcionamento da “empresa” para obter sucesso; ao desafio do “jogo”; aos cenários propostos; ao fato de ter que tomar decisões; ao equilíbrio entre atividades individuais e atividades em grupo; e assim por diante.

Na dimensão RELEVÂNCIA, cuja pergunta era “*o que te ajudou a perceber a utilidade e relevância desta dinâmica?*”, as respostas foram, em geral, mais técnicas e ligadas aos conteúdos em si: (a) ver a teoria na prática; (b) ver na prática o conceito de “produção puxada” e suas vantagens; (c) a associação de conteúdos aos exemplos; (d) ver situações variadas e problemáticas de um processo produtivo; (e) ser colocado em situações-problema reais e concretas; (f) o entendimento claro de como funciona um processo produtivo; (g) ver a importância do planejamento dos processos e da busca contínua por melhorias; (h) ver que um bom planejamento e uma visão sistêmica da produção ajudam na redução de custo e na eficiência do trabalho; (i) ver o quanto os desperdícios não são interessantes para o mundo corporativo; (j) perceber o quanto a utilização de um modelo pode interferir no tempo de entrega dos pedidos ao cliente; (k) ver a necessidade de organização e senso de utilização, também o consumo de recursos e tempo para realização de setups, na prática; (l) a importância de reduzir os estoques e o seu impacto nos custos; (m) a grande diferença obtida quando os métodos de produção são modificados; (n) a simulação de tomada de decisões; etc.

Na dimensão CONFIANÇA, cuja pergunta era “*a dinâmica te proporcionou uma expectativa positiva ou negativa quanto à sua atuação em trabalhos práticos profissionais?*”, cerca de metade das respostas foram dadas de forma direta, apenas dizendo que a dinâmica proporcionou, sim, uma expectativa positiva. Algumas respostas, mais detalhadas, merecem destaque:

- “percebe-se a possibilidade de redução de custos em um processo/empresa, identificando possíveis melhorias a serem efetuadas no ambiente profissional”;
- “com a dinâmica fica mais fácil lembrar os conceitos, aplicações e restrições (na prática)”;
- “entender como o sistema puxado funciona, proporciona conhecimento técnico necessário para nossa evolução profissional”;
- “foi possível entender como funciona realmente o processo produtivo e o controle de estoques”;
- “percebi que há formas alternativas e mais eficazes de lidarmos com problemas, a exemplo da gestão de estoques”;
- “antes eu tinha uma percepção de que não poderia fazer muito pelo processo produtivo de uma empresa... vi que um administrador tem total formação para criar um processo de produção e implementar melhorias no chão de fábrica de uma empresa”;
- “a dinâmica evidencia a importância de que o gerente ou gestor esteja sempre atento ao chão de fábrica para tomar as melhores decisões pela empresa”;
- “pude fixar melhor o conteúdo e estive diante de uma situação em que eu vi os fatores positivos da utilização da teoria na prática”;
- “embora seja uma simplificação da realidade, a dinâmica já dá noções do que pode acontecer no dia a dia de uma empresa e quando me deparar com situações práticas, já terei indicações de como proceder”;
- “acredito que em uma situação de trabalho em uma empresa, a aplicação do conceito à realidade será facilitada”;
- “aprendi temas que serão úteis para tomada de decisão no futuro, quanto a linha de montagem e produção em série”;
- “as decisões que tomei durante a dinâmica me fizeram ter essa expectativa positiva”.

Na dimensão SATISFAÇÃO, cuja pergunta se refere aos “*elementos ou características da dinâmica*” que influenciaram a satisfação dos alunos, notou-se relativa repetição dos termos utilizados ao responderem sobre as dimensões atenção (principalmente) e relevância, tais como: (a) explicação e didática do professor; (b) relação da teoria com a prática; (c)

cumprimento da missão ou meta no final da dinâmica; (d) material utilizado; (e) interação, trabalho e decisões em grupo; (f) aprender brincando com LEGO; (g) espírito saudável de competição; (h) auxílio dos facilitadores; etc.

Houve ainda respostas de alguns alunos que demonstraram a satisfação como apresentadas na teoria (KELLER, 2008), ou seja, como a percepção do aluno de que os esforços aplicados ao longo do processo ensino-aprendizagem valeram a pena diante dos resultados percebidos no final. As principais respostas, nesse sentido, apontavam a constatação de que foram adquiridos conhecimentos em relação ao assunto, e que houve perfeito alinhamento das expectativas com os resultados da dinâmica.

5.1.3 Considerações complementares – Estudo Piloto

A avaliação da dinâmica MIB, nesse estudo piloto, permitiu verificar a sua efetividade como ferramenta de ensino e também deu subsídios ao professor para melhorias a serem implantadas na mesma. Algumas ideias foram explicitadas diretamente por alunos em suas respostas, tais como:

- Pontos positivos: o estímulo e cobrança para o cumprimento das metas; a demonstração dos resultados obtidos a cada rodada; e, conforme a fala de um aluno “a dinâmica é conduzida para que todos tenham o mesmo resultado na última rodada... se fosse diferente poderia gerar um sentimento de frustração”.
- Pontos negativos ou sugestões: o barulho dos outros grupos foi apontado como algo negativo e que tira a atenção dos participantes; a sugestão de aplicação da dinâmica, com adaptações, em empresas de serviços e/ou comércio; e o estabelecimento de estratégias complementares à dinâmica que atendam ao anseio de alunos como o que expressou “será mais interessante quando eu conseguir ver algo do tipo na prática, em uma visita ou estágio”.

Quanto à efetividade da dinâmica MIB como ferramenta de ensino, foram feitos os cálculos que permitiram o estudo, sendo que os valores do Alfa de Cronbach e do Alfa de Cronbach Estratificado revelaram a consistência e confiabilidade das respostas obtidas no questionário, sendo que o valor de α foi 0,85 e α_{Estr} foi 0,94.

O cálculo do Indicador de Aproveitamento (AP) apontou 84,58% para a dinâmica como um todo. As 4 dimensões avaliadas (atenção, relevância, confiança e satisfação) atingiram valores elevados, sendo que a dimensão com menor AP foi a “confiança”, com 82,15%. Diante da constatação de relativa deficiência na dimensão confiança, o professor é desafiado a buscar novas formas de gerar expectativas positivas nos alunos durante ou logo após a

dinâmica. A ideia é que sejam proporcionadas aos alunos experiências de sucesso decorrentes de suas próprias habilidades e esforço, gerando neles a confiança de que assimilaram os conteúdos tratados ao longo da dinâmica.

A análise das questões abertas permitiu reforçar o alto índice de motivação dos alunos diante da aplicação da dinâmica. Em geral, os alunos se mostraram motivados, ou seja: se mostraram atentos aos detalhes da dinâmica; constataram a relevância do conteúdo abordado; compreenderam as implicações da dinâmica para a sua habilidade de abstração e representação de sistemas de produção puxados; e ainda, se mostraram satisfeitos com a experiência de aprendizagem interativa.

O plano de ação para aplicações posteriores apontou a necessidade de, no *design* instrucional da dinâmica e de suas avaliações, estudar formas de proporcionar aos alunos experiências de sucesso decorrentes de suas próprias habilidades e esforço. Como salientado anteriormente, tais iniciativas poderiam gerar nos alunos a confiança de que assimilaram os conteúdos tratados na Dinâmica MIB.

Nesse ponto da pesquisa, ao se estudar o panorama geral da dinâmica, aplicada apenas neste “Estudo Piloto”, uma entrevista com o professor facilitador apontou uma importante medida a ser tomada para as próximas ofertas da dinâmica. Imaginou-se que, ao incluir pré e pós-testes nas avaliações futuras, a confiança dos alunos seria incrementada. Assim, na busca por uma avaliação no 2º nível de Kirkpatrick (Aprendizagem), a dinâmica estaria também proporcionando a oportunidade aos alunos de perceberem a assimilação dos conceitos, ocorrida através do ambiente lúdico.

5.2 Análise da Dinâmica MIB – Turma MBA

As respostas obtidas pelos 23 alunos respondentes da “Turma MBA” estão disponíveis no Anexo C (Quadro C03) e no Anexo D (Quadro D01).

Os valores calculados do α e do α_{Estr} foram respectivamente 0,81 e 0,91, comprovando a confiabilidade do questionário aplicado com valores acima de 0,70.

5.2.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento

Semelhantemente ao que foi realizado no estudo piloto, os indicadores p foram calculados para a dinâmica como um todo e para cada um dos quatro critérios de motivação. Em seguida, foram calculados os valores de AP, registrados no Quadro 08.

Mais uma vez, os valores de AP sugerem grande motivação dos alunos com a participação da dinâmica e os valores entre 80 e 88% confirmam a aplicabilidade da dinâmica como instrumento didático.

Quadro 08 – Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Turma MBA).

<i>Cálculo do Aproveitamento</i>	Atenção (A)	Relevância (R)	Confiança (C)	Satisfação (S)	Dinâmica (D)
Mínimo	12	9	9	6	36
Máximo	60	45	45	30	180
p	54,09	38,13	38,26	26,61	157,09
AP	87,68	80,92	81,28	85,87	84,09

Analisando as dimensões isoladamente, percebe-se uma dificuldade maior dos alunos em relação às dimensões confiança e relevância, mas, embora tenham sido obtidos valores inferiores, considera-se um aproveitamento geral satisfatório, sempre superior a 70%.

5.2.2 Análise das questões abertas

A aplicação da Dinâmica MIB em alunos do MBA, assim como no Estudo Piloto, apresentou grande engajamento e comprometimento dos mesmos. A análise das respostas abertas permitiu notar, mais uma vez, que muitos já trabalham em áreas correlatas aos assuntos abordados pela dinâmica. Alguns pontos em cada dimensão podem ser destacados.

Na dimensão ATENÇÃO, quando perguntado “*o que ajudou você a se manter atento à dinâmica sem se dispersar?*”, as respostas abrangeram: o material utilizado (peças LEGO); a forma como o professor aplica e explica a dinâmica; a teoria colocada em prática; o trabalho colaborativo; as funções bem claras para cada participante; a expectativa em relação ao resultado final; as novidades que surgem à cada etapa; etc. Foi possível notar que todas estas respostas, ainda que apresentadas em outras palavras, também haviam sido dadas no estudo piloto.

Na dimensão RELEVÂNCIA, cuja pergunta era “*o que te ajudou a perceber a utilidade e relevância desta dinâmica?*”, as respostas indicaram principalmente a percepção dos alunos de que estavam participando de uma simulação bastante realista daquilo que acontece em uma linha de produção. Uma das falas resume bem a percepção geral quando diz que “como a dinâmica é realizada em três rodadas, a evolução dos resultados do grupo com as mudanças propostas nos faz enxergar como o conteúdo é de extrema importância”. Outro aluno, com aparente experiência profissional, salientou que “a dinâmica representava uma linha de

produção típica, facilmente encontrada em indústrias”. A resposta mais comum foi que eles percebiam a relevância da dinâmica pelo fato de estarem vendo “a teoria na prática”.

Na dimensão CONFIANÇA, cuja pergunta era “*a dinâmica te proporcionou uma expectativa positiva ou negativa quanto à sua atuação em trabalhos práticos profissionais?*”, assim como no estudo piloto, boa parte dos respondentes apenas declararam que a dinâmica proporcionou, sim, uma expectativa positiva. Cabe destaque a outros pontos, tais como:

- alguns alunos revelam ter “identificando possíveis melhorias” a serem efetuadas no seu ambiente profissional;
- outro aluno aponta que “a prática muitas vezes vale mais que muitos estudos e leituras” no sentido de dar confiança em relação ao aprendizado;
- “simular problemas reais e sugerir soluções” foi a grande vantagem da dinâmica para aumentar a confiança de alguns alunos;
- “saio confiante pois não é um conteúdo que iremos esquecer facilmente”.

Na dimensão SATISFAÇÃO, cuja pergunta se refere aos “*elementos ou características da dinâmica*” houve uma natural repetição de falas já expressas nas outras dimensões. Destaca-se portanto, algumas que complementam a análise:

- “depois da dinâmica fiquei mais interessado na matéria, o que não aconteceu com as aulas expositivas”;
- “estou satisfeito pois a dinâmica é conduzida para que todos tenham o mesmo resultado na última rodada. Se fosse diferente poderia gerar um sentimento de frustração”;
- “a empolgação do trabalho em equipe e a melhora dos resultados a cada etapa foram os principais fatores (de satisfação)”.

5.2.3 Análise dos pré e pós testes

O Quadro D01, do Anexo D, apresenta as respostas dadas por cada um dos alunos da Turma MBA. Em geral, é possível visualizar, quando comparadas as respostas antes e depois da dinâmica, que houve uma tendência para a melhoria nas respostas. Com exceção da Questão 3, houve sempre uma pequena porcentagem de alunos que se manteve firme na mesma resposta e uma grande maioria que passou a exibir maior confiança ao responderem corretamente as questões.

A Figura 11 apresenta ainda o perfil das respostas, permitindo a visualização de quantos alunos estavam em dúvida ou respondendo erroneamente e, após a dinâmica, passaram a

responder corretamente. Esse perfil de respostas sugere claramente que, com exceção da Questão 3, houve um resultado positivo proveniente da aplicação da dinâmica.

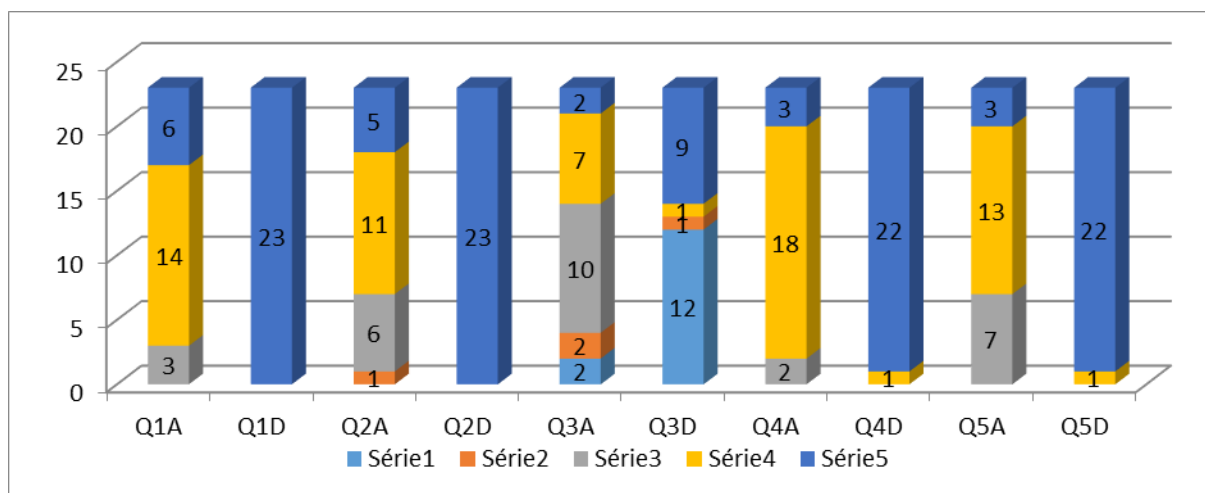


Figura 11 – Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma MBA.

Dada a equivalência das respostas com as cores apresentadas na Figura 11, é possível analisar a migração dos alunos em cada questão.

- Série 5 – cor azul escura: Estou convicto de que é verdadeira a afirmação.
- Série 4 – cor amarela: Acho que é verdadeira a afirmação.
- Série 3 – cor cinza: Não sei.
- Série 2 – cor laranja: Acho que é falsa a afirmação.
- Série 1 – cor azul clara: Estou convicto de que é falsa a afirmação.

Na questão 01, os 3 alunos que estavam em dúvida e os 14 alunos que estavam quase certos da resposta, migraram para a resposta mais favorável. Algo semelhante aconteceu nas questões 02, 04 e 05, sendo que a Questão 02 chama a atenção pelo fato de ter 1 aluno respondendo equivocadamente no início e, ao final, ter migrado para a resposta mais favorável.

De todas as questões, a Questão 3 foi a única apresentada aos alunos no formato inverso, ou seja, conforme apresentada aos alunos ela era falsa. Este pode ser entendido como um provável motivo de confusão nas respostas, de forma a explicar a migração de alunos tanto para a resposta mais favorável como para o contrário.

De qualquer forma, antes de quaisquer considerações no sentido de afirmar os resultados da intervenção ou de perceber e discutir as particularidades da Questão 3, faz-se necessária a aplicação do Teste de Wilcoxon (MILLER; MILLER, 1993; WALPOLE *et. al.*,

2009), que permitirá comparar e concluir se há diferença estatística entre as respostas dadas no final da dinâmica e as respostas iniciais dos alunos.

No Quadro 09, os valores de W refletem o somatório das diferenças de cada respondente; o n_s/r se refere ao número de respondentes em que houve diferença nas respostas do pré e pós-teste (os que permanecem com as respostas inalteradas são subtraídos); z e $P(2tail)$ são os parâmetros estatísticos que aproximam os dados de uma distribuição normal; e, por fim, as últimas colunas indicam se aceita-se ou rejeita-se H_0 e também qual é a situação comparativa entre antes e depois da intervenção.

Quadro 09 – Teste de Wilcoxon aplicado às respostas do pré e pós-teste – Turma MBA.

<i>Teste de Wilcoxon</i>	<i>Questão 1</i>	<i>Questão 2</i>	<i>Questão 3</i>	<i>Questão 4</i>	<i>Questão 5</i>
$W=$	153	171	-60	190	190
$n_s/r=$	17	18	21	19	19
$z=$	3,61	3,71	-1,03	3,81	3,81
$P_{(2-tail)}=$	0,0003	0,0002	0,303	0,0001	0,0001
$H_0: D=A$	rejeitar	rejeitar	aceitar	rejeitar	rejeitar
$H_1: D \neq A$	D > A	D > A		D > A	D > A

O Quadro 09 apresenta, portanto, que para todas as questões, exceto a 3, a hipótese nula é rejeitada e a diferença estatística é confirmada entre as respostas do pré e do pós-teste. Tal resultado equivale a dizer que, com um nível de significância de 95%, pode-se considerar a aplicação da dinâmica como responsável pelo incremento da aprendizagem em relação a 4 dos 5 conceitos abordados.

Em relação à Questão 3, que se refere ao conceito do “processo puxador ser mantido mais próximo do cliente” (e não do fornecedor), em primeira análise pode-se considerar, dentre outras possibilidades, que:

- houve falta de atenção dos alunos ao responderem à questão;
- por ser a única questão inversa, os alunos foram “induzidos” ao erro;
- a questão está mal formulada;
- o conceito não foi claramente explorado na dinâmica;
- algumas das considerações acima, em conjunto.

De posse dos resultados preliminares, promoveu-se uma entrevista com o professor facilitador, que possibilitou as seguintes considerações e decisões:

- 1) Consideração: Na 1ª versão, todas as questões se repetem no pré e pós-teste, de forma que pode ocorrer de os alunos serem induzidos, por exemplo, a repetirem suas respostas depois da dinâmica.

Decisão: Para a próxima aplicação da dinâmica, as questões seriam reformuladas e cada questão deveria apresentar-se diferente no pré e pós-teste, embora contemplando o mesmo conceito. Além disso, algumas afirmações permaneceriam ‘verdadeiras’ e outras seriam ‘falsas’.

- 2) Consideração: O professor notou que a dinâmica tem sido aplicada a mais de uma década com poucas diferenças, entretanto, ele assevera que é comum a confusão em relação ao conceito do “processo puxador ser mantido mais próximo do cliente”. Ele relata que uma equipe composta por alunos hábeis e rápidos na montagem de peças, pode conseguir ótimos resultados mesmo que optem, erroneamente, pelo processo puxador mais próximo do fornecedor. O contrário também pode acontecer, ou seja, uma outra equipe, mesmo tendo adotado a decisão correta (processo puxador mais próximo do cliente) pode não atingir bons resultados devido aos membros da equipe serem vagarosos ou pouco hábeis na montagem.

Decisão: Buscar formas de, ao longo da dinâmica, deixar mais claro o conceito chave. Isso pode ser conseguido através dos comentários do professor, da ajuda de alunos “consultores” ou mesmo pela promoção de maior discussão entre a equipe.

5.2.4 Considerações complementares – Dinâmica MIB com a Turma MBA

A avaliação da dinâmica MIB, aplicada a Turma MBA, permitiu verificar a sua efetividade como ferramenta de ensino e também deu subsídios ao professor para melhorias a serem implantadas na mesma.

Além dos valores de Alfa de Cronbach revelarem a consistência e confiabilidade das respostas obtidas no questionário, o cálculo de AP apontou resultados significativos para a dinâmica como um todo (84,09%), obtendo desde 80,92% para a dimensão ‘Relevância’ até 87,68% para a dimensão ‘Atenção’.

Na aplicação anterior da dinâmica (Estudo Piloto) foi levantada a possibilidade de que ao incluir pré e pós-testes nas avaliações futuras, a confiança dos alunos seria, naturalmente, incrementada. Tal conjectura não pode ser confirmada com o resultado nessa aplicação da dinâmica, uma vez que o AP da dimensão ‘Confiança’ se manteve como um dos mais baixos dentre as 4 dimensões.

Enfim, pela avaliação no Nível 1 (Reação) e Nível 2 (Aprendizagem), bem como pela análise das questões abertas, conclui-se que os dados sugerem um alto índice de motivação dos alunos diante da aplicação da dinâmica e, confirma-se, estatisticamente, a indicação de que houve incremento da aprendizagem na maior parte dos conceitos abordados ao longo da dinâmica.

5.3 Análise da Dinâmica MIB – Turma Graduação em Administração

As respostas obtidas pelos 19 alunos respondentes da “Turma ADM” estão disponíveis no Anexo C (Quadro C04) e no Anexo D (Quadro D02).

Os valores calculados do α e do α_{Estr} foram respectivamente 0,79 e 0,89, comprovando a confiabilidade do questionário aplicado com valores acima de 0,70.

5.3.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento

Semelhantemente ao que foi realizado nas aplicações anteriores, os indicadores de aproveitamento foram calculados e registrados no Quadro 10.

Cabe notar que, nessa aplicação da dinâmica, foi adicionada a dimensão ‘Interação’ ao questionário multidimensional para avaliação no Nível 1 de Kirkpatric. Conforme pormenorizado no Capítulo 2 deste trabalho, a dimensão ‘Interação’ visa extrair a percepção dos alunos em relação à interação propriamente dita, o compartilhamento de ideias e a construção conjunta do conhecimento.

Quadro 10 – Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Turma ADM).

<i>Cálculo do Aproveitamento</i>	Atenção (A)	Relevância (R)	Confiança (C)	Satisfação (S)	Interação (I)	Dinâmica (D)
Mínimo	12	9	9	6	8	44
Máximo	60	45	45	30	40	220
p	55,84	39,53	39,58	28,26	36,11	199
AP	91,34	84,80	84,94	92,76	87,83	88,25

Os valores de AP, ainda mais altos que nas aplicações anteriores (entre 84 e 93%), sugerem grande motivação dos alunos com a participação da dinâmica. Por se tratar de uma turma de graduação em administração, em que há pequeno/nenhum contato anterior com os conceitos do Sistema Toyota de Produção; pouca/nenhuma experiência ou atuação profissional na área de Gestão e Produção, até o momento da aplicação da dinâmica; o professor, de antemão, previa que haveria um maior interesse dos alunos pela dinâmica, refletindo naturalmente e, principalmente, na dimensão ‘Atenção’.

5.3.2 Análise das questões abertas

Em relação às aplicações anteriores (Estudo Piloto e Turma MBA), os indicadores de aproveitamento, por si só, foram capazes de revelar uma maior motivação geral dos alunos. A análise das respostas abertas permite confirmar e compreender alguns aspectos que diferenciam o público de graduação em administração dos demais (alunos pós-graduandos). Não foram encontradas nas respostas, como era esperado, um grande número de alunos tratando de suas experiências anteriores, sejam elas acadêmicas ou profissionais.

Na dimensão ATENÇÃO, as respostas também apontaram o material utilizado (peças LEGO), como sendo atrativos para os alunos; a importância da interação com o professor e com os alunos, evidenciada no trabalho colaborativo; a teoria sendo colocada em prática; as funções bem claras para cada participante como algo positivo; a alta expectativa em relação ao resultado final; e as novidades que surgem à cada etapa. Outros fatores que, segundo os alunos da Turma ADM, prenderam a sua atenção, incluem: a competição gerada pela dinâmica; a velocidade necessária para a produção requerida; o pouco tempo parado e a grande curiosidade que os mesmos nutriam em relação às etapas seguintes.

Na dimensão RELEVÂNCIA, os alunos enfatizaram que puderam sentir a relevância da dinâmica ao perceberem: o conteúdo aplicado/vivenciado na prática; a expressiva melhoria da produtividade com a aplicação dos conceitos; a importância dos pontos levantados e discutidos pelo professor; a possibilidade de aplicar os conceitos em um estágio futuro e/ou na empresa familiar; as semelhanças entre o que foi abordado na dinâmica e o que é visto no estágio (para os poucos alunos que já estavam estagiando); a clareza de que todos os conceitos são, realmente, utilizados na prática; e, a fixação e compreensão do conteúdo.

Na dimensão CONFIANÇA, ressaltaram: o sentimento de que aplicando certos conceitos se consegue maior produtividade; a melhoria da produtividade com a aplicação dos conceitos; a confiança de poder atuar na área sem problemas; o sentimento de que os conceitos da dinâmica ficarão na memória; a percepção de que o conteúdo da dinâmica dá uma excelente base e que a aplicação prática (com a dinâmica) ajuda a assimilar o conteúdo teórico. Em linhas gerais, as falas dos alunos demonstraram que estes se sentiam prontos a encarar, com confiança, algum desafio para o qual precisassem colocar em prática os conceitos aprendidos com a dinâmica.

Quanto à dimensão SATISFAÇÃO, que foi a mais bem pontuada no indicador AP, os alunos registraram, nessa ordem de importância: a aprendizagem lúdica utilizando LEGO; a organização da dinâmica; o resultado financeiro positivo e a menor produção de estoque ao

final da dinâmica; a boa explicação e disponibilidade do professor; a competitividade gerada; a comparação do desempenho à cada rodada; o envolvimento de todos; a interação com a equipe; a relação com a teoria; o aprendizado e a evolução gradativa que puderam sentir à cada rodada da dinâmica.

Por fim, em relação à dimensão INTERAÇÃO, mais da metade dos alunos salientaram a importância da discussão gerada em grupo, a necessidade de elaborar propostas de melhoria e as decisões requeridas ao longo da dinâmica. Até mesmo o trabalho sobre pressão e a cobrança dos colegas foram tidos como fator positivo por vários alunos. Todos esses fatores, bem como os momentos de considerações do professor geraram, segundo a fala de alguns alunos, novas expectativas e motivação da equipe. Dois alunos apontaram a interação com os "consultores" como sendo positiva, no entanto, um aluno disse que "faltou interação dos consultores". Um dos alunos apontou que o ambiente era mais competitivo do que colaborativo, contrapondo-se à opinião geral de que, até mesmo a competitividade era positiva para o sucesso da experiência lúdica.

5.3.3 Análise dos pré e pós testes

O Quadro D02, do Anexo D, apresenta as respostas dadas por cada um dos alunos da Turma ADM, sendo que foram aplicadas as questões do pré e pós-teste, versão 2 (Anexo B – Quadro B02).

No quadro geral de respostas, observa-se uma tendência para a melhoria nas respostas. De igual modo, a Figura 12 permite a visualização de quantos alunos estavam em dúvida ou respondendo erroneamente e, após a dinâmica, passaram a responder corretamente, sugerindo também que houve um resultado positivo proveniente da aplicação da dinâmica.

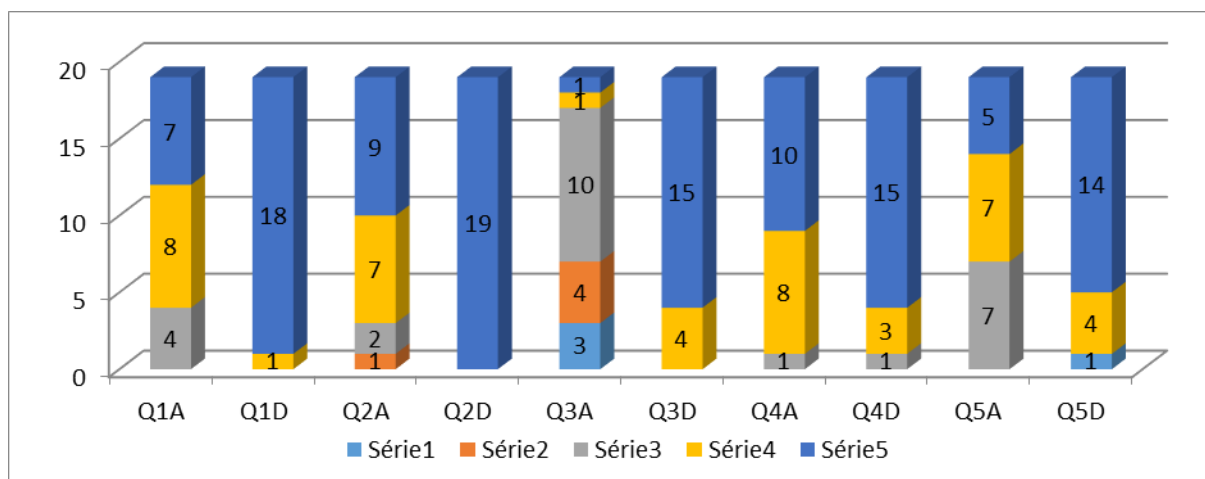


Figura 12 – Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma ADM.

Semelhanamente ao que foi apresentado na Figura 11 (Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma MBA), a Figura 12 evidencia que:

- Para a Questão 01: dos 4 alunos que estavam em dúvida e dos 8 alunos que estavam quase certos da resposta, apenas 1 deles não migrou para a resposta mais favorável, permanecendo “quase certo” de sua resposta.
- Para a Questão 02: havia 1 aluno respondendo equivocadamente no início, 2 alunos em dúvida e 7 alunos quase certos da resposta, sendo que, ao final, todos migraram para a resposta mais favorável.

Em relação às questões 3, 4 e 5, cabe salientar que parte delas foram apresentadas no formato inverso. A questão 3 foi inversa no pré-teste (Q3A) e as questões 4 e 5 foram inversas no pós-teste (Q4D e Q5D). Os resultados evidenciaram:

- Para a Questão 03: 10 alunos responderam ao pré-teste com dúvida, 7 responderam erroneamente e 2 responderam corretamente. Após a dinâmica, 15 alunos assinalaram a resposta mais favorável e 4 demonstraram estar quase certos da resposta.
- Para a Questão 04: houve uma modesta diferenciação das respostas do pré e pós-teste, uma vez que apenas 5 alunos migraram da situação “quase certos” para a resposta mais favorável.
- Para a Questão 05: 7 alunos responderam ao pré-teste com dúvida, 7 responderam erroneamente e 5 responderam corretamente. Após a dinâmica, 14 alunos assinalaram a resposta mais favorável e 4 demonstraram estar quase certos da resposta. Houve um único aluno, cuja resposta migrou no sentido inverso, ou seja, ao final da dinâmica o aluno respondeu erroneamente.

Para afirmar ou estabelecer considerações sobre os resultados da intervenção faz-se necessária a aplicação do Teste de Wilcoxon (MILLER; MILLER, 1993; WALPOLE *et. al.*, 2009). Com o resultado do teste para amostras pareadas, torna-se possível comparar os conjuntos de dados e concluir se há diferença estatística entre as respostas dadas no final da dinâmica e as respostas iniciais dos alunos.

O Quadro 11 permite verificar que a hipótese nula é rejeitada nas questões 1, 2, 3 e 5, ou seja, a diferença estatística é confirmada entre as respostas do pré e do pós-teste. Portanto, com um nível de significância de 95%, pode-se considerar a aplicação da dinâmica como responsável pelo incremento da aprendizagem em relação aos 4 conceitos abordados nessas questões.

Quadro 11 – Teste de Wilcoxon aplicado às respostas do pré e pós-teste – Turma ADM.

<i>Teste de Wilcoxon</i>	<i>Questão 1</i>	<i>Questão 2</i>	<i>Questão 3</i>	<i>Questão 4</i>	<i>Questão 5</i>
W=	81	55	171	25	77
$n_{s/r}=$	13	10	18	10	16
z=	2,81	2,78	3,71	1,25	1,98
$P_{(2-tail)}=$	0,005	0,0054	0,0002	0,2113	0,0477
$H_0: D=A$	rejeitar	rejeitar	rejeitar	aceitar	rejeitar
$H_1: D \neq A$	D > A	D > A	D > A		D > A

Em relação a Questão 4, o Teste de Wilcoxon aponta a aceitação da hipótese nula, ou seja, a intervenção não tem efeito estatisticamente significativo. Em outras palavras, não é possível afirmar que a dinâmica colaborou para a mudança das respostas daquele grupo de alunos.

Analisando ainda as respostas individuais dadas à Questão 4 (antes e depois) verifica-se que 9 dos 19 respondentes mantiveram a mesma resposta ($n_{s/r}=10$ indica o número de respondentes que mudaram sua resposta e que são considerados no teste). Dos 10 a serem analisados no teste, 7 alunos tiveram uma diferença positiva na resposta e apenas 3 tiveram uma diferença negativa. Neste caso, o Teste de Postos com Sinais, de Wilcoxon, ao ordenar os indivíduos segundo o valor absoluto das suas diferenças e calcular a soma dos postos correspondentes às diferenças positivas e negativas, não aponta outro resultado, senão a validade da hipótese nula. Isso se deve ao fato de que, matematicamente, o teste percebe uma dispersão dos dados maior do que seria esperado caso houvesse um incremento da aprendizagem.

A Questão 3, que na aplicação anterior da dinâmica (Turma MBA) não apresentou diferença significativa nas respostas, teve agora a diferença estatística confirmada com um nível de significância de 95%. Isso se deve, provavelmente às duas mudanças realizadas, uma no instrumento de avaliação (a questão propriamente dita) e outra na forma como o professor passou a abordar o conceito chave ao longo da dinâmica.

5.3.4 Considerações complementares – Dinâmica MIB com a Turma ADM

A avaliação da dinâmica MIB, aplicada a Turma ADM, permitiu verificar que, em geral, os alunos se mostraram motivados, ou seja, se mostraram atentos aos detalhes da dinâmica; constataram a relevância do conteúdo abordado; compreenderam as implicações da

dinâmica para a sua habilidade de abstração e representação de sistemas de produção puxados; e ainda, se mostraram satisfeitos com a experiência de aprendizagem interativa.

O perfil diferenciado dos respondentes, por serem alunos de graduação, ficou evidenciado na sua maior motivação para a aprendizagem por meio da dinâmica. Assim, a efetividade da dinâmica como ferramenta de ensino ficou evidenciada.

Além dos valores de Alfa de Cronbach revelarem a consistência e confiabilidade das respostas obtidas no questionário, o cálculo de AP apontou resultados significativos para a dinâmica como um todo (88,25%), obtendo desde 84,80% para a dimensão ‘Relevância’ até 92,76% para a dimensão ‘Satisfação’. Para a dimensão ‘Interação’, avaliada pela primeira vez, obteve-se um valor AP de 87,83%.

O questionário multidimensional de avaliação (Nível 1 – Reação) sugeriu um alto índice de motivação dos alunos. Tal conclusão foi confirmada pelas respostas às questões abertas e, finalmente, obteve-se estatisticamente, a indicação de que houve incremento da aprendizagem (Nível 2 – Aprendizagem) na maior parte dos conceitos abordados ao longo da dinâmica.

5.4 Análise da Dinâmica MIB – Turma Mestrado & Doutorado

Para a Turma de Mestrado e Doutorado, houve um grupo de 10 alunos que não responderam ao questionário multidimensional (Nível 1), de forma que as respostas obtidas totalizaram 16 apenas e estão disponíveis no Anexo C (Quadro C05). As respostas dos 26 alunos participantes da dinâmica ao pré e pós-teste (Nível 2) estão no Anexo D (Quadro D03).

Os valores calculados do α e do α_{Estr} foram respectivamente 0,90 e 0,97, comprovando a confiabilidade do questionário aplicado com valores acima de 0,70.

5.4.1 Cálculo do Indicador de Aproveitamento

Os valores de AP (Quadro 12) para a Turma M&D, se apresentam mais baixos que nas aplicações anteriores. Tal resultado pode ser reflexo do perfil da turma, conforme apresentado anteriormente, já que os alunos do mestrado e doutorado se equiparam aos alunos do MBA em relação ao contato anterior com os conceitos, entretanto, têm menor experiência profissional na área de Gestão e Produção e muitos deles não estariam atuando profissionalmente no momento da aplicação da dinâmica. Essa condição poderia, naturalmente, refletir na motivação para a participação na dinâmica.

De qualquer forma, os valores de AP se mostraram elevados, ainda permanecendo superiores a 70% (entre 77 e 83%) e refletindo uma percepção positiva dos alunos em relação à dinâmica.

Quadro 12 – Obtenção do aproveitamento (AP) para a Dinâmica MIB (Turma M&D).

<i>Cálculo do Aproveitamento</i>	Atenção (A)	Relevância (R)	Confiança (C)	Satisfação (S)	Interação (I)	Dinâmica (D)
Mínimo	12	9	9	6	8	44
Máximo	60	45	45	30	40	220
p	51,38	36,81	37,44	25,00	34,50	185
AP	82,03	77,26	78,99	79,17	82,18	80,18

5.4.2 Análise das questões abertas

A análise das respostas abertas permite extrair aspectos complementares, bem como compreender alguns aspectos que diferenciam o público de mestrado e doutorado dos demais. Em geral os alunos apresentaram respostas que exaltam a utilização das dinâmicas de ensino, demonstram sua satisfação ao verem a melhora gradativa da produtividade, mas sem estabelecer relações diretas com experiências profissionais anteriores ou vivência prática relacionada ao tema.

Ao responderem o que os ajudou a manter a ATENÇÃO na dinâmica sem se dispersar, apontaram: as tarefas e metas claras, com instruções simples e objetivas; a praticidade das atividades; o comprometimento com a equipe; a organização e clareza do professor; a competitividade com os demais grupos e a consequente tentativa de terminar dentro do tempo indicado; as situações diferentes em cada etapa etc.

Sobre o que os ajudou a perceber a RELEVÂNCIA da dinâmica, os alunos enfatizaram: a clara melhora dos resultados à cada etapa; a evidente eficiência do sistema puxado; o controle de estoques; a multidisciplinaridade da dinâmica. Apenas um aluno apontou o “entendimento do funcionamento da empresa no chão de fábrica”.

Ao tratar da dimensão CONFIANÇA ou expectativa positiva para trabalhos futuros, os alunos responderam, em geral, apenas concordando que a expectativa é positiva. Alguns foram além e apontaram, por exemplo, que “mais aulas poderiam ser assim, colocando a teoria na prática de maneira lúdica”; “pareceu simples inicialmente, mas, depois, me senti bastante estimulado e confiante de que estava aprendendo”; “é estimulante ver mudar os resultados com pequenas ações corretivas”.

Quanto aos elementos ou características da dinâmica que influenciaram a SATISFAÇÃO dos alunos, estes apontaram: o trabalho em equipe e, por outro lado, a competitividade entre as equipes; a comunicação eficaz, clareza das diretrizes, organização e compreensão exata do propósito da dinâmica; a melhora gradativa dos resultados a cada ciclo

de alterações; a curiosidade gerada desde o início da dinâmica e os resultados no final; a multidisciplinaridade da dinâmica; dentre outros.

Por fim, em relação à dimensão INTERAÇÃO, troca de experiências e construção conjunta de conhecimento, boa parte dos alunos salientou a discussão e propostas de alterações do sistema a cada rodada e troca de experiências na tomada de decisão. Um aluno que resume em sua fala o sentimento da turma, disse que “os principais momentos de interação foram as análises referentes ao desempenho de cada fábrica”. Houve, inclusive, alguns alunos que apontaram a necessidade de um tempo maior para essa discussão.

5.4.3 Análise dos pré e pós testes

O Quadro D03, do Anexo D, apresenta as respostas dadas por cada um dos alunos da Turma M&D, sendo que foi aplicada a versão 3 dos pré e pós-testes (Anexo B – Quadro B03).

No quadro geral de respostas, em relação às questões 1, 2 e 3, observa-se uma clara tendência para a melhoria nas respostas. Já as questões 4 e 5, possuem uma distribuição menos uniforme, contendo respostas que permanecem inalteradas e respostas que se alteram para os dois lados.

A Figura 13 permite a visualização mais pontual de quantos alunos estavam em dúvida ou respondendo erroneamente e, após a dinâmica, passaram a responder corretamente. Mais uma vez, mesmo antes do teste de Wilcoxon, parece haver resultado positivo proveniente da aplicação da dinâmica, pelo menos nas questões 1 a 3:

- Para a Questão 01: 1 aluno respondeu ao pré-teste com dúvida, 13 responderam quase certos e apenas 1 aluno respondeu erroneamente. Ao final, todos migraram para a resposta mais favorável.
- Para a Questão 02: havia inicialmente um único aluno convicto de sua resposta (no sentido favorável) e 18 alunos respondendo equivocadamente. Ao final, o número de alunos que assinalaram a resposta mais favorável subiu para 25 alunos, restando apenas 1 aluno quase certo de sua resposta.
- Para a Questão 03: 8 alunos responderam ao pré-teste com dúvida, 14 responderam quase certos e 4 se mostraram convictos da resposta correta. Após a dinâmica, 22 alunos assinalaram a resposta mais favorável e apenas 4 se dividiram entre os que permaneceram em dúvida ou ‘quase certos’ da resposta.

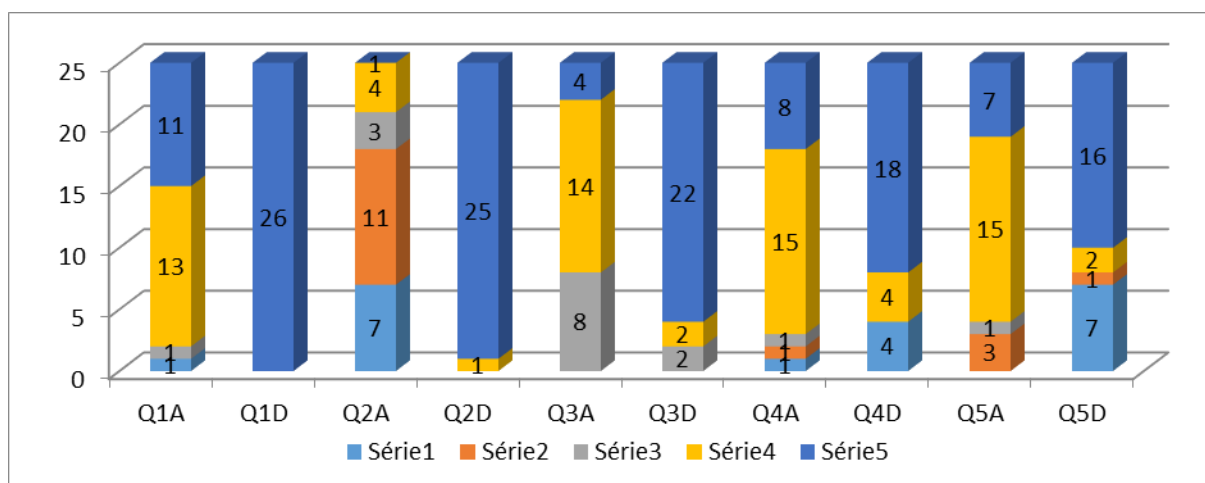


Figura 13 – Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma M&D.

As questões 04 e 05 foram apresentadas no formato inverso no pós-teste (Q4D e Q5D). Os resultados evidenciaram uma migração sem padrão positivo ou mesmo negativo, havendo alunos que responderam corretamente e migraram para respostas incorretas e vice-versa.

Uma apresentação visual alternativa à Figura 13 é apresentada no Anexo E, tendo como objetivo uma melhor identificação da migração das respostas. Em outras palavras, tal recurso permite a visualização da mudança ocorrida na resposta de cada aluno, embora sem identificação do mesmo. O recurso é apresentado apenas no anexo uma vez que se trata de figuras a serem melhor elaboradas conceitualmente, e que deverão compor o sistema informatizado que será objeto de pesquisas e implantações futuras.

Como nas aplicações/turmas anteriores, para afirmar ou estabelecer considerações sobre os resultados da intervenção faz-se necessária a aplicação do Teste de Wilcoxon, com o qual, torna-se possível comparar os conjuntos de dados e concluir se há diferença estatística entre as respostas dadas no final da dinâmica e as respostas iniciais dos alunos (MILLER; MILLER, 1993; WALPOLE *et. al.*, 2009).

Quadro 13 – Teste de Wilcoxon aplicado às respostas do pré e pós-teste – Turma M&D.

<i>Teste de Wilcoxon</i>	<i>Questão 1</i>	<i>Questão 2</i>	<i>Questão 3</i>	<i>Questão 4</i>	<i>Questão 5</i>
W=	120	325	219	35	-29
$n_{s/r}=$	15	25	22	18	18
z=	3,39	4,37	3,55	0,75	-0,62
$P_{(2-tail)}=$	0,0007	<0,0001	0,0004	0,4533	0,5353
$H_0: D=A$	rejeitar	rejeitar	rejeitar	aceitar	aceitar
$H_1: D \neq A$	D > A	D > A	D > A		

O Quadro 13 permite confirmar que a hipótese nula é rejeitada nas questões 1, 2 e 3. Assim, a diferença estatística é confirmada entre as respostas do pré e do pós-teste, com um nível de significância de 95%, considerando a aplicação da dinâmica como responsável pelo incremento da aprendizagem em relação aos 3 conceitos abordados nessas questões.

Conforme evidenciado em uma das questões na Turma ADM, a dispersão dos dados, nas questões 4 e 5, mostrou-se superior ao esperado caso houvesse incremento da aprendizagem e, assim, os resultados do Teste de Wilcoxon apontaram a aceitação da hipótese nula. A intervenção não tem efeito estatisticamente significativo ou, em outras palavras, não é possível afirmar que a dinâmica colaborou para a mudança das respostas daquele grupo de alunos, nas duas questões.

5.4.4 Considerações complementares – Dinâmica MIB com a Turma M&D

A avaliação da dinâmica MIB, aplicada a Turma M&D, apresentou valores de AP inferiores aos calculados anteriormente, embora também tenham sido considerados satisfatórios. O provável motivo, apontado anteriormente, seria o perfil da turma.

A análise das respostas às questões abertas permitiu evidenciar aspectos que diferenciam o público de mestrado e doutorado dos demais, pois estes alunos fizeram poucas relações diretas com experiências profissionais anteriores ou vivência prática relacionada ao tema.

Já em relação ao pré e pós-teste, foi evidenciado em 3 das 5 questões, uma diferença estatística entre as respostas dadas no final da dinâmica e as respostas iniciais dos alunos, indicando incremento de aprendizagem nos 3 conceitos abordados.

5.5 Análise Intercasos

Partindo-se do princípio que os alunos de disciplinas ligadas à gestão de operações precisam aliar teoria e prática e que simular as realidades que enfrentarão no futuro pode trazer grande satisfação a esses alunos, por se sentirem preparados para esse futuro, a dinâmica MIB e a avaliação de seus efeitos no processo de aprendizagem, tem grande relevância para os objetivos propostos na presente tese.

A Dinâmica MIB, aqui relatada e avaliada, busca simular um sistema puxado de produção. Assim, trabalha a percepção dos alunos de como suas decisões, baseadas nas teorias de 5S, *kanban*, *takt time*, tempo de *setup* etc., podem afetar positivamente os resultados práticos. Esta aprendizagem vivencial os levou a “*ver que a dinâmica representava*

uma linha de produção típica, facilmente encontrada em indústrias”, conforme a declaração explícita de um deles.

Assim, na presente seção promove-se a análise intercasos, com a qual são conduzidas investigações comparativas. Os trabalhos e pesquisa de campo com a dinâmica, aplicada em turmas distintas, permite identificar divergências e convergências frente ao referencial teórico e relações causais para a sinalização de prováveis implicações à prática e à teoria.

A primeira análise se refere ao Indicador de Aproveitamento calculado para cada turma. Nota-se, no Quadro 14 e na Figura 14, que:

Quadro 14 – Comparação dos AP's calculados em cada turma.

<i>Aproveitamento</i>	Atenção (A)	Relevância (R)	Confiança (C)	Satisfação (S)	Interação (I)	Dinâmica (D)
Estudo Piloto	86,88	83,18	82,15	85,73	---	84,58
Turma MBA	87,68	80,92	81,28	85,87	---	84,09
Turma ADM	91,34	84,80	84,94	92,76	87,83	88,25
Turma M&D	82,03	77,26	78,99	79,17	82,18	80,18

- a Turma da Graduação em Administração manteve os maiores AP's em todas as dimensões;
- a Turma do Mestrado e Doutorado obteve os menores AP's em todas as dimensões;
- a Turma do MBA apresentou-se em posição intermediária, com resultados próximos aos do Estudo Piloto;
- a Dinâmica MIB, como um todo, obteve AP's superiores a 80%;
- as dimensões, separadamente, obtiveram sempre AP's superiores a 70%;
- de forma geral, não considerando a dimensão 'Interação' (presente apenas em duas aplicações do questionário), as dimensões 'Relevância' e 'Confiança' obtiveram menores AP's enquanto as dimensões 'Atenção' e 'Satisfação' obtiveram maiores AP's.

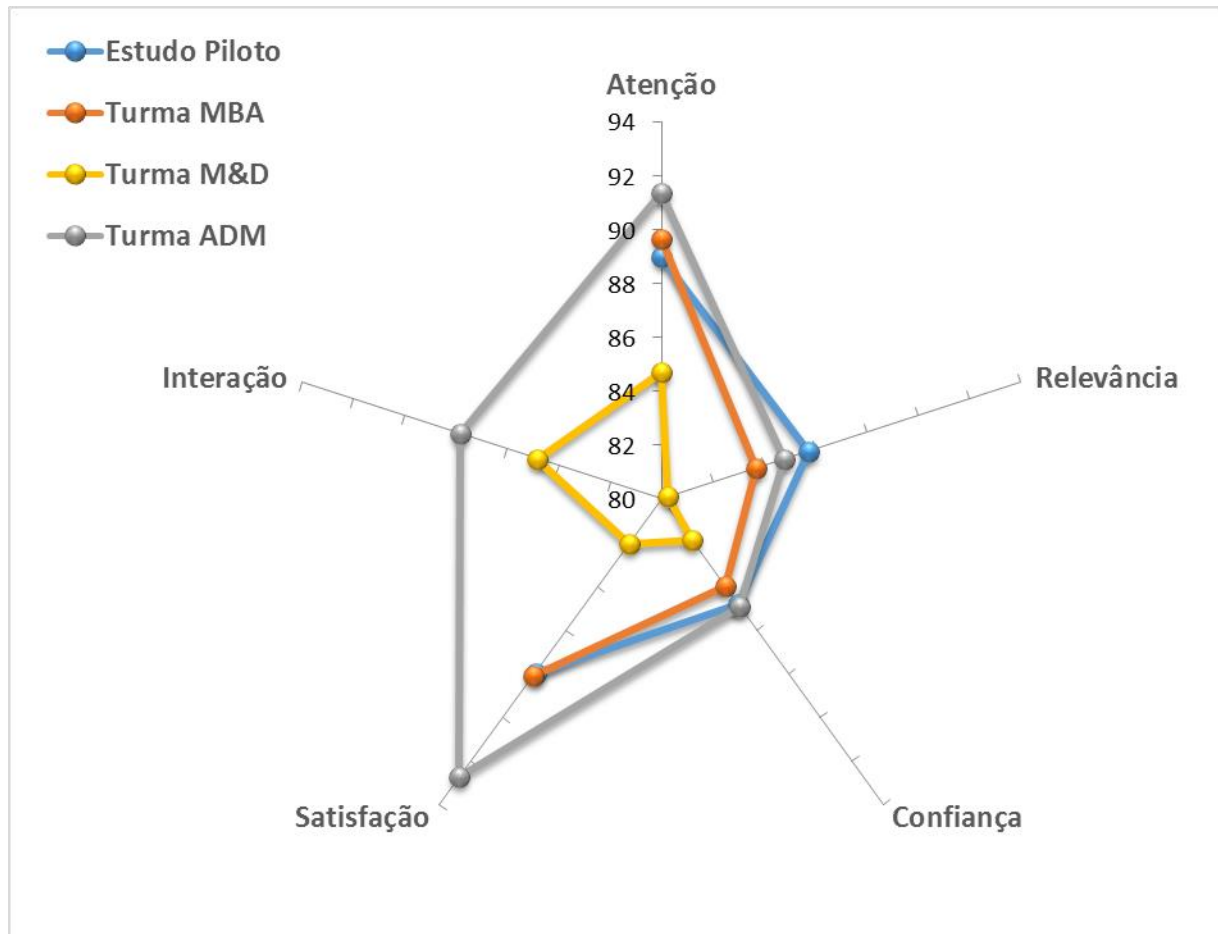


Figura 14 – Comparação visual dos AP's calculados em cada turma.

Assim, em relação aos resultados comparativos entre as turmas, o estudo, já nas seções anteriores (análise intracasos), apontou como possível causa o perfil das turmas.

Cabe lembrar e ponderar, portanto, que a “Turma ADM” é composta por alunos com pouco ou nenhum contato anterior com os conceitos abordados na dinâmica e pouca experiência profissional, sendo que poucos deles estavam atuando em áreas afins, no momento da aplicação da dinâmica. Assim, a motivação teria se revelado superior às demais turmas, bem como o interesse e curiosidade destes alunos. A relevância ao longo da aplicação da dinâmica foi superior às demais turmas e o ganho pode ter sido superior, justamente devido à experiência prévia, que era inferior.

Quanto a “Turma M&D”, que tem uma posição intermediária em relação ao contato anterior com os conceitos, seus alunos têm relativa experiência profissional na área de Gestão e Produção, mas inferior à “Turma MBA”. Além disso, muitos deles fazem o Mestrado ou Doutorado em regime de dedicação exclusiva e, por isso, não estariam atuando profissionalmente no momento da aplicação da dinâmica. Por esse último motivo, pela formação heterogênea e interesse proeminente em outras áreas da engenharia de produção,

provavelmente, suas expectativas diante da dinâmica não foram tão acentuadas como na “Turma ADM”, de forma que obtiveram os menores AP’s.

Já a “Turma MBA” é composta por alunos com maior experiência profissional na área; muitos deles estavam atuando profissionalmente na área de Gestão e Produção no momento da aplicação da dinâmica; e, a grande maioria dos alunos já teria tido algum contato anterior com os conceitos abordados na dinâmica. Assim, entende-se que a motivação destes alunos tenderia, naturalmente, a ser superior aos alunos da “Turma M&D”, mas não alcançando a “Turma ADM”, que apresentam, dentre outras características já listadas, uma maior curiosidade pela atividade lúdica.

Outro aspecto relevante na comparação dos valores de AP seria a característica de experiência divertida (entretenimento) apresentado no referencial teórico e presente na Dinâmica MIB. Se os alunos da graduação, por serem mais novos, forem mais propensos a um engajamento maior devido a essa característica, esta seria mais uma provável explicação para os maiores valores de AP na “Turma ADM”.

A diferença constatada nos valores de AP, embora traga interessantes possibilidades de discussão e, até mesmo, apontamentos para tomadas de decisão, aprimoramento dos questionários e da própria dinâmica, pode ser considerada pequena. Em outras palavras, pode-se considerar que os AP’s calculados indicam elevada motivação dos alunos com a aplicação da dinâmica, uma vez que foram sempre superiores a 70% e a variação entre os valores de cada aplicação, foi sempre inferior a 10%.

Cabe ainda discutir os prováveis motivos das dimensões ‘Relevância’ e ‘Confiança’ terem obtido menores valores de AP.

Analisando todas as respostas ao questionário multidimensional (Anexo C), verifica-se que, dentre as 44 questões, as 5 com menor pontuação geral são:

- C01 – A primeira vez que ouvi explicações sobre esta dinâmica tive a impressão que seria fácil pra mim.
- R02 – Eu já iniciei a dinâmica sabendo o quanto esta atividade poderia ser importante para mim.
- R05 – Tive acesso a exemplos ou explicações sobre como os profissionais usam o conhecimento adquirido nesta dinâmica.
- C07 – Depois de trabalhar nesta dinâmica, estou confiante que posso ser aprovado (a) em um teste sobre esse assunto.
- R08 – Eu poderia relacionar o conteúdo desta dinâmica com coisas que já vi, fiz ou pensei em minha vida.

Analisando a questão C01, por exemplo, encontra-se 11 alunos (entre as 4 turmas) que discordaram totalmente (resposta ‘1’) ou parcialmente da afirmativa (resposta ‘2’).

O Quadro 15 apresenta as respostas dadas pelos 11 alunos a todas questões da dimensão ‘Confiança’. Em vermelho encontram-se as respostas discordantes, de forma que é possível visualizar que as respostas dadas às demais questões, em sua maioria, não foram discordantes. Assim, com exceção do último aluno, é possível verificar que predominaram respostas que apontam um elevado índice de ‘Confiança’.

Quadro 15 – Análise parcial das questões da dimensão ‘Confiança’.

<i>Aluno</i>	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09
1	2	2	4	5	5	5	4	5	5
2	2	2	5	5	5	4	4	5	5
3	2	3	5	5	5	4	4	5	4
4	2	4	5	5	5	4	5	5	5
5	1	5	5	5	5	5	5	5	5
6	2	3	3	2	5	3	4	4	4
7	2	4	5	5	5	4	5	5	5
8	2	5	5	5	5	3	3	5	5
9	2	5	5	5	5	5	5	5	5
10	1	5	5	3	5	5	5	5	5
11	2	3	2	5	3	3	2	2	2

Dessa forma, a análise cuidadosa da afirmativa leva ao entendimento que ela não está, necessariamente, medindo a ‘Confiança’ dos respondentes (pelo menos no que diz respeito aos 11 avaliados no Quadro 15). Pode-se imaginar que a primeira impressão desses alunos foi que a dinâmica seria difícil, entretanto, isso não afetou a ‘Confiança’ percebida ao longo da dinâmica e refletida em suas respostas às questões C02 a C09.

Tal constatação poderá permitir ao professor facilitador a decisão de alterar ou mesmo eliminar essa questão em uma próxima aplicação da dinâmica. De igual modo, quanto às outras questões (R02, R05, C07 e R08), raciocínio e análise semelhantes podem ser realizados, subsidiando as decisões do professor de mantê-las, alterá-las ou eliminá-las. Além disso, é relevante imaginar que a análise pode também apontar a necessidade de alguma alteração ou ênfase diferenciada na aplicação da dinâmica.

Os resultados do Teste de Wilcoxon, utilizado na avaliação dos pré e pós-testes, encontram-se no Quadro 16 para uma análise comparativa. Como evidenciado anteriormente

neste capítulo, em linhas gerais, houve predominância de questões em que o teste não paramétrico apontou melhora nas respostas dos alunos ($D > A$, ou seja, ‘depois’ melhor do que ‘antes’). Embora tenha acontecido eventualmente (nas questões 3, 4 e 5), da intervenção não apresentar efeito estatisticamente significativo, entende-se que o contrário aconteceu com maior frequência e, portanto, a dinâmica mostrou-se responsável pelo incremento da aprendizagem ou reforço dos conteúdos abordados, na maioria das vezes.

Naturalmente, outra análise, ainda possível de ser realizada junto ao professor facilitador da dinâmica, se refere às possíveis alterações nas questões do pré e pós-testes.

As principais diretrizes para tais alterações incluem que:

- (a) embora abordem o mesmo conceito, as afirmativas devem ser diferentes no pré e pós-teste, evitando que o aluno simplesmente decore as respostas do pré-teste;
- (b) algumas afirmativas devem ser falsas e outras verdadeiras, tanto no pré como no pós-teste, para evitar que o aluno seja induzido a pensar que todas são verdadeiras ou todas são falsas, e as responda mecanicamente;
- (c) as afirmativas não podem ser triviais ou, em outras palavras, algo que o aluno simplesmente responda utilizando o senso comum.

Quadro 16 – Comparação dos resultados do Teste de Wilcoxon.

<i>Teste de Wilcoxon</i>	<i>Questão 1</i>		<i>Questão 2</i>		<i>Questão 3</i>		<i>Questão 4</i>		<i>Questão 5</i>	
Turma MBA (n=23)	D > A	n _{s/r} =17	D > A	n _{s/r} =18	---	n _{s/r} =21	D > A	n _{s/r} =19	D > A	n _{s/r} =19
Turma ADM (n=19)	D > A	n _{s/r} =13	D > A	n _{s/r} =10	D > A	n _{s/r} =18	---	n _{s/r} =10	D > A	n _{s/r} =16
Turma M&D (n=26)	D > A	n _{s/r} =15	D > A	n _{s/r} =25	D > A	n _{s/r} =22	---	n _{s/r} =18	---	n _{s/r} =18

Uma última possibilidade de alteração nos pré e pós-testes se refere à escala *likert* adotada, conforme apresentado no Quadro 17.

Quadro 17 – Proposta de alteração na escala *likert* do pós-teste.

Escala <i>likert</i> para pré e pós teste (padrão)	Escala <i>likert</i> para pós teste (com alteração sugerida)
(5) Estou convicto de que é verdadeira a afirmação (4) Acho que é verdadeira a afirmação (3) Não sei (2) Acho que é falsa a afirmação (1) Estou convicto de que é falsa a afirmação	(6) Minha convicção foi reforçada pela dinâmica (5) Estou convicto de que é verdadeira a afirmação (4) Acho que é verdadeira a afirmação (3) Não sei (2) Acho que é falsa a afirmação (1) Estou convicto de que é falsa a afirmação (0) Minha convicção foi reforçada pela dinâmica

É necessário considerar que:

- um aluno que não sabia avaliar, inicialmente, um determinado conceito (resposta '3'), pode, no pós-teste, ter sua resposta alterada para '4' ou '5', ou no sentido oposto, para '2' ou '1';
- se o aluno está quase certo de sua resposta, responderá '4' ou '2', podendo, no pós-teste, responder assertivamente '5' ou '1';
- entretanto, o aluno que responde, já no pré-teste, '5' ou '1', encontra-se impossibilitado de revelar incremento de aprendizagem no pós-teste.

A alteração da escala de respostas no pós-teste poderá proporcionar, ao aluno, a oportunidade de externar sua opinião de que, mesmo já tendo convicção sobre a resposta correta, a dinâmica cumpriu seu papel de reforçar o conceito.

Conforme apresentado no Quadro 16, do número total de respondentes, no teste de Wilcoxon, é subtraído o número de alunos para os quais não houve alteração na resposta. Esse pode ter sido um, dentre outros motivos, que levou a conclusão de que a intervenção não teve efeito estatisticamente significativo em algumas questões.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Avaliação das proposições

A pesquisa aqui apresentada aponta para a relevância do tema e importância da avaliação de práticas de ensino lúdicas, quando estas são aplicadas na educação em engenharia. Os resultados positivos com a adoção de práticas educativas interativas, jogos, simulações e dinâmicas, só podem ser contemplados, divulgados e disseminados se, de fato, houver comprovação dos mesmos. Diante da escassez de trabalhos científicos com esse direcionamento, a presente tese procura trazer benefícios à academia e aos educadores que vislumbram utilizar e avaliar o uso de práticas de ensino lúdicas na apresentação de seus conteúdos. Assim, as investigações conduzidas neste trabalho mostraram que é possível a construção de avaliações bem-sucedidas e com isso, o acompanhamento e melhoria das dinâmicas de ensino, em especial, na engenharia de produção.

As proposições iniciais do trabalho, de que a utilização de dinâmicas de ensino contribui para o enriquecimento do processo ensino-aprendizagem e que a avaliação dos efeitos destas dinâmicas subsidia a melhoria contínua das mesmas, têm sido confirmadas.

Quando confrontada a realidade vivenciada na pesquisa com o referencial teórico apresentado no Capítulo 2, percebe-se grande convergência.

Em se tratando das dimensões ARCS:

- os alunos constataram a relevância do conteúdo abordado, entenderam o valor da tarefa para a sua aprendizagem e sentiram-se estimulados a aprender e aplicar os conceitos apresentados em seu futuro profissional ou acadêmico;
- os alunos compreenderam bem as implicações da dinâmica e tiveram uma percepção positiva em relação ao seu possível desempenho ou sucesso, o que gera confiança e cria expectativas positivas em relação às suas próprias habilidades;
- a quase totalidade dos alunos se mostrou satisfeita com a dinâmica, ou seja, visualizaram um balanço positivo entre os esforços aplicados e os resultados percebidos ao final do processo de aprendizagem.

Em relação à dimensão ‘Interação’, percebe-se que a dinâmica promoveu o compartilhamento de ideias, a construção conjunta de conhecimento e a interação, propriamente dita. O trabalho em equipe e os momentos proporcionados de discussão e tomada de decisão foram também responsáveis pela motivação dos participantes.

O referencial teórico aponta, igualmente, que a motivação para os jogos ou dinâmicas acontece devido ao seu impacto nas áreas cognitivas, emocionais e sociais dos alunos. Ao

longo das aplicações da Dinâmica MIB foram identificados claramente que: os participantes eram submetidos a um sistema de regras e lista de tarefas que os envolvia e os levava a assimilação do conteúdo (impacto cognitivo); um sistema de recompensa e reconhecimento imediato do sucesso a cada etapa da dinâmica criava um ambiente motivador (impacto emocional); e, como foi dito anteriormente, a interação, cooperação e mesmo a competição, proporcionava a aplicação, síntese e pensamento crítico sobre o que estavam aprendendo (impacto social).

Outras características, também apontadas na literatura como promotoras de motivação para a aprendizagem, tais como a curiosidade, o controle do aprendiz enquanto participante da atividade lúdica, a existência de desafios crescentes, o engajamento, entretenimento etc. foram presentes nas aplicações da Dinâmica MIB. Além disso, o ambiente livre de riscos e com possibilidade de experimentação, também presentes na dinâmica, proporcionam uma experiência de tomada de decisão extremamente relevante para os futuros engenheiros.

Cabe considerar que as práticas de ensino lúdicas, embora possam ter importante papel na motivação e, de fato, possam favorecer a aprendizagem, não substituem o método de ensino expositivo convencional; antes, se constitui como importante complemento. Há que se considerar ainda outros aspectos, dentre os quais se destaca o perfil dos alunos (parcialmente evidenciado no presente estudo) e o engajamento do professor no processo ensino-aprendizagem.

6.2 Implicações para a teoria e para a prática

A proposta da presente tese, conforme apresentado inicialmente, é a construção de mecanismos para a medição do impacto da utilização de dinâmicas de ensino na Engenharia de Produção.

As implicações para a teoria podem ser consideradas, principalmente, em relação ao cumprimento dos objetivos específicos que envolvem a proposição de um modelo multidimensional de avaliação de dinâmicas e o uso de pré e pós-testes, abrangendo os 2 primeiros níveis de avaliação do modelo de Kirkpatrick. O modelo apresentado através da Figura 04 abrange, em 10 passos, um aporte teórico cíclico que se inicia na concepção da dinâmica até a sua utilização, avaliação nos 2 níveis e uma nova oportunidade de melhoria no *design* instrucional da atividade lúdica.

Em se tratando de implicações práticas da presente pesquisa, as principais contribuições acumuladas são:

- 1) O relato dos casos estudados, que serve como guia para a implementação de avaliações em outras áreas e também, com as devidas adaptações, para o uso de atividades educacionais que extrapolem o campo dos jogos, simulações e dinâmicas, possibilitando, por exemplo, a avaliação do uso de ambientes virtuais de aprendizagem.
- 2) O estabelecimento dos parâmetros necessários para a criação de um sistema informatizado que permitirá a sistematização da escolha das dimensões, planejamento da avaliação e cálculos necessários. Esse instrumento possibilitará ainda, a replicação dos estudos apresentados na tese, com a devida abertura para a inclusão de particularidades, como descrito anteriormente. Entende-se que o sistema informatizado representa um subproduto potencial da tese, ainda não desenvolvido, mas cujos requisitos mínimos para a sua construção encontram-se estabelecidos no item 3.2.

Sendo assim, entende-se que esta tese contribui tanto para o ambiente de pesquisa e produção científica como para o ambiente de ensino. O modelo proposto e detalhado na presente tese poderá ser utilizado futuramente, tendo como foco a condução de pesquisas e/ou a melhoria dos processos ensino-aprendizagem daqueles pesquisadores e professores que dele se utilizarem. A caracterização de sua relevância e originalidade se deu, principalmente, pela inclusão do Nível 2 de Kirkpatrick e a adoção/adaptação de dimensões de avaliação já consagradas. Além disso, segue-se a proposição de uma nova dimensão (Interação) e a possibilidade de novas inclusões, tendo em vista a dinamicidade do modelo proposto.

6.3 Limitações da pesquisa

Tendo em vista o próprio método de pesquisa adotado, o estudo de caso, que apresenta a característica natural de pouca base para a generalização das conclusões obtidas, entende-se que as conclusões do trabalho devem ser vistas com cautela e ponderadas, em primeiro plano, no contexto em que surgiram: avaliação dos efeitos das práticas de ensino lúdicas na engenharia de produção.

Destaca-se que a pesquisa focou em uma dinâmica de ensino com conteúdos atrelados à gestão de operações (administração de empresas, engenharia de produção e afins), o que conduz, portanto, a determinadas conclusões específicas, que não necessariamente refletem outras áreas de formação e o uso de outras espécies de jogos, simulações ou dinâmicas de ensino.

Conforme apresentado anteriormente, a dinâmica não faz uso, por exemplo, de um jogo de computador ou de tabuleiro. Desta forma deve-se estar atento ao fato de que as conclusões aqui apresentadas, muito provavelmente, não se apliquem a estas categorias e a muitas outras possíveis.

Enfim, as conclusões aqui apresentadas, podem não refletir até mesmo a realidade de outras turmas de engenharia de produção, em outras universidades, que venham a utilizar a mesma dinâmica ou dinâmicas similares.

6.4 Recomendações para trabalhos futuros

A presente pesquisa encontra indícios de que as práticas de ensino lúdicas aplicadas ao ensino de tópicos da engenharia de produção podem incrementar a aprendizagem dos alunos a elas submetidas. No entanto, o uso ou não de tais atividades não é o único elemento a potencializar ou melhorar o processo ensino-aprendizagem. O trabalho e a motivação do professor fazem parte do rol de variáveis, bem como o perfil dos alunos etc. Sendo assim, sugere-se a investigação de outros elementos que contribuem para a obtenção de resultados positivos com o uso de jogos, simulações e dinâmicas de ensino.

A utilização do modelo proposto em outras áreas do saber e práticas de ensino diferenciadas configura também um campo vasto para continuidade das pesquisas.

Outra sugestão natural para trabalhos futuros é a possibilidade de se avaliar nos níveis 3 e 4 do modelo de Kirkpatrick (comportamento e resultados), abrangendo, por exemplo, o acompanhamento dos alunos submetidos às práticas de ensino em seus estágios curriculares, ou ainda, o acompanhamento dos alunos já engajados profissionalmente em áreas afins, o que acontece com maior frequência entre alunos de MBA ou mesmo Mestrado e Doutorado.

Uma vez que os estudos realizados sugeriram os alunos da graduação como possuidores de maior curiosidade ou mesmo motivação para a aplicação da dinâmica, cabe considerar a possibilidade de trabalhos futuros que vislumbrem um aprofundamento nas diferenças de perfis dos alunos.

Por fim, estabelecidos os parâmetros necessários para a criação do sistema informatizado, o acompanhamento e orientação de uma pesquisa de iniciação científica destinada a esse fim, pode ser uma das principais frentes de pesquisa futura.

REFERÊNCIAS

- AKILLI, G. K. Games and Simulations: A new approach in education. In: GIBSON D.; ALDRICH C.; PRENSKY M. *Games and simulations in online learning: research and development frameworks*. Information Science Publishing, Hershey/PA, p. 1-20, 2007.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHVAROVA, Y.; BOCCONI, S., VAN DER POLS, B., POPESCU, M., ROCEANU, I. *Measuring the Effectiveness of Learning with Serious Games in Corporate Training*. Procedia Computer Science, v. 15, n. 0, p. 221-232, jan. 2012.
- BARAB, S., PETTYJOHN, P., GRESALFI, M., VOLK, C., SOLOMOU, M. *Game-based curriculum and transformational play: Designing to meaningfully positioning person, content, and context*, Computers & Education, 58(1), 518-533. 2012.
- BAZZO, W. A. (org.). *Desafios da Educação em Engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições*. ABENGE/EdiFURB, Blumenau, 2012.
- BENITTI, F. B. V. *Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review*. Computers & Education, v. 58, n. 3, p. 978-988, abr. 2012.
- BOLLIGER, D. U.; SUPANAKORN, S.; BOGGS, C. *Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment*. Computers & Education, v. 55, n. 2, p. 714-722, set. 2010.
- BORRAJO, F., BUENO, Y., PABLO, I., SANTOS, B., FERNÁNDEZ, F., GARCÍA, J., SAGREDO, I. *SIMBA: A simulator for business education and research*. Decision Support Systems, v. 48, n. 3, p. 498-506, fev. 2010.
- BOYLE, E. A., CONNOLLY, T. M., HAINEY, T. The role of psychology in understanding the impact of computer games. Entertainment Computing, 2, 69–74. 2011.
- BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. Londres, Unwin Hyman Ltd, p. 179-187, 1989.
- CHARSKY, D.. *From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics*. Games and Culture, v. 5, n. 2, p. 177-198, 11 fev. 2010.
- _____, RESSLER, W. “Games are made for fun”: Lessons on the effects of concept maps in the classroom use of computer games. Computers & Education, v. 56, n. 3, p. 604-615, abr. 2011.
- CHWIF, L., BARRETTO, M.R.P. *Simulation models as an aid for the teaching and learning process in operations management*. In: S. Chick, P.J. Sánchez, D. Ferrin, D.J. Morrice (Eds.), 2003.

- COLBY, R. S., COLBY, R. *A pedagogy of play: Integrating computer games into the writing classroom*, Computers and Composition, 25, 300-312. 2008.
- CONNOLLY, T. M., STANSFIELD, M.; HAINEY, T. *An application of games-based learning within software engineering*. British Journal of Educational Technology, v. 38, p. 416-428, 2007.
- _____, BOYLE, E. A., MACARTHUR, E., HAINEY, T., BOYLE, J. M. *A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games*. Computers & Education, v. 59, n. 2, p. 661-686, set. 2012.
- _____, STANSFIELD, M.; HAINEY, T. *An alternate reality game for language learning: ARGuing for multilingual motivation*. Computers & Education, v. 57, n. 1, p. 1389-1415, ago. 2011.
- CORBALAN, G.; PAAS, F.; CUYPERS, H. *Computer-based feedback in linear algebra: Effects on transfer performance and motivation*. Computers & Education, v. 55, n. 2, p. 692-703, set. 2010.
- CRESWELL, J. W.; CLARCK, V. L. P. *Designing and conducting mixed method research*. Londres: Sage, 2006.
- CRONBACH, L. J. *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. Psychometrika, 16: 297-337, 1951.
- _____; RAJARATNAM, N.; GLESER, G. C. *Theory of generalizability: A liberalization of reliability theory*. The British Journal of Statistical Psychology, 16, 137-163, 1963.
- _____; SHAVELSON, R. J. *My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures*. Educational and Psychological Measurement, 64(3), 391-418, 2004.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: HarperCollins. 2008.
- CUDNEY E., CORNS S., GRASMAN S., GENT S., FARRIS J. *Enhancing Undergraduate Engineering Education of Lean Methods using Simulation Learning Modules within a Virtual*. ASEE Annual Conference & Exposition. 2011.
- DETERDING, S., DIXON, D. & KHALED, R. Gamification: toward a definition. In: *ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems 2011* (pp. 12-15). 2011.
- DI SERIO, Á., IBÁÑEZ, M. B., KLOOS, C. D. *Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course*. Computers & Education, p. 1-11, mar. 2012.
- DOMÍNGUEZ, A., NAVARRETE, S., MARCOS, L., SANZ, L. F., PAGÉS, C., JAVIER, J., HERRÁIZ, M. *Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes*. Computers & Education, v. 63, p. 380-392, abr. 2013.

DOUGIAMAS, M., & TAYLOR, P. C. *Moodle: using learning communities to create an open source course management system*. ED-MEDIA 2003 Conference. Honolulu, Hawaii. 2003.

EBNER, M.; HOLZINGER, A. *Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering*. Computers & Education, v. 49, n. 3, p. 873-890, nov. 2007.

EISENHARDT, K. M. *Building Theories from Case Study Research*. Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

FELDER, R. M., WOODS, D. R., STICE, J. E. *The future of Engineering Education II. Teaching methods that work*. Chemical Engineering Education, 34(1): 26–39. 2000.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. *Learning and Teaching styles in engineering education*. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/felderpublic/Papers/LS-1988.pdf>>. Acesso em 20/01/2015. 1998.

FENWICK, T.; RUBENSON, K. *Taking stock: A review of work-learning literature 1999-2004*. In Proceedings of the International Researching Work and Learning Conference. Sydney: University of Technology Sydney, 2005.

FLEURY, A. Planejamento do Projeto de Pesquisa e Definição do Modelo Teórico. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 145-162, 2010.

FU, F.-L., SU, R.-C., & YU, S.-C. *EGameFlow: a scale to measure learners' enjoyment of e-learning games*. Computers & Education, 52, 101–112. 2009.

GARRIS, R., AHLERS, R., DRISKELL, J.E. *Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model*. Simulation Gaming, v.33, n.4, p. 441-467, 2002.

GASLAND, M. *Game mechanic based e-learning*. Science and Technology, Master Thesis. 2011.

GADRE, A., CUDNEY, E., CORNS, S. *Model Development of a Virtual Learning Environment to Enhance Lean Education*. Procedia Computer Science, v. 6, p. 100-105, jan. 2011.

GARDNER H.; HATCB, T. *Multiple intelligences go to school: educational implications of the theory of Multiple Intelligences*. Educational Researcher, v.18, n.8. p.4-10, 1989.

GHERARDI, S.; NICOLINI, D. *To transfer is to transform: The circulation of safety knowledge*. Organization, v.7, n.2, p.329-348, 2000.

HAINES, T., CONNOLLY, T. M., STANSFIELD, M., BOYLE, E. A. *Evaluation of a game to teach requirements collection and analysis in software engineering at tertiary education level*. Computers & Education, v. 56, n. 1, p. 21-35, jan. 2011.

HAUGE, J. B., RIEDEL, J. C. K. H. *Evaluation of Simulation Games for Teaching Engineering and Manufacturing*. Procedia Computer Science, v. 15, p. 210-220, jan. 2012.

_____, POURABDOLLAHIAN, B., RIEDEL, J. C. K. H. *Workshop on the Use of Serious Games in the Education of Engineers*. Procedia Computer Science, v. 15, p. 341-342, jan. 2012.

HAYS, R. T. *The Effectiveness of Instructional Games: A Literature Review and Discussion*. Orlando: Naval Air Warfare Center Training System Division, 2005.

HUANG, W. H., HUANG, W. Y., TSCHOPP, J. *Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing*. Computers & Education, v. 55, n. 2, p. 789-797, set. 2010.

_____. *Evaluating learners' motivational and cognitive processing in an online game-based learning environment*. Computers in Human Behavior, v. 27, n. 2, p. 694-704, mar. 2011.

HWANG, G. J., WU, P. H., & CHEN, C. C. *An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities*. Computers & Education, 59(4), 1246-1256. 2012.

JOHNSON, J. Children, robotics and education. In: *Proceedings of 7th international symposium on artificial life and robotics* (Vol. 7, pp. 16-21), Oita, Japan. 2003.

KAMATA, A., TURHAN, A., DARANDARI, E. *Estimating reliability for multidimensional composite scale scores*. Annual meeting of American Educational Research Association, Chicago, 2003.

KAMPENES, V. B., DYBA, T., HANNAY, J. E., SJOBERG, D. I. K. *A systematic review of quasi-experiments in software engineering*. Information and Software Technology, v. 51, n. 1, p. 71-82, jan. 2009.

KEBRITCHI, M., HIRUMI, A. *Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games*. Computers & Education, v. 51, n. 4, p. 1729-1743, dez. 2008.

_____, HIRUMI, A., & BAI, H. *The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation*. Computers & Education, 55, 427-443. 2010.

KELLER, J.M. Motivational design of instruction. In: REIGELUTH C. M. (Ed.), *Instructional theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1983.

_____. *The systematic process of motivational design*. Performance Instruction, 26(9), 1-8, 1987.

_____. *Manual for Instructional Materials Motivational Survey (IMMS)*. Tallahassee, FL, 1993.

- _____, SUZUKI, K. *Learner Motivation and E-Learning Design: A Multinationally Validated Process*. Journal of Educational Media, v. 29, n. 3, p. 229-239, Outubro, 2004.
- _____. *An Integrative Theory of Motivation, Volition and Performance*. v. 6, p. 79-104, 2008.
- _____. *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. Springer, 2009.
- KIILI, K. *Foundation for problem-based gaming*. British Journal of Educational Technology, 38(3), 394-404. 2007.
- KIRKPATRICK, D. L. *Techniques for evaluating training programs*. Journal of the American Society of Training and Development. 1959.
- _____. Evaluation of training. In CRAIG, R. L. (Ed.), *Training and development handbook: A guide to human resource development* (2nd ed., pp. 301-319). New York: McGraw-Hill. 1976.
- _____. *Evaluating Training Programs – The Four Levels*. Berrett-Koehler Publishers, Inc. 1994.
- _____. Invited reaction: Reaction to Holton article. Human Resource Development Quarterly. In: MATHIEU, J. E., MARTINEAU, J. W., TANNENBAUM, S. I. *Individual and situational influences on the development of self-efficacy: implications for training effectiveness*. Personnel Psychology, 46, 125(23). 1996.
- _____, & KIRKPATRICK, J. D. *Evaluating training programs: The four levels* (3rd ed.). Berrett-Koehler Publishers. 2006.
- KIRTMAN, L.; KIRTMAN, L. *An Examination of Differences in Learning Outcomes Online Versus In-Class Courses*: v. 18, n. 2, p. 103-116, 2009.
- KOLB, D. A. *Learning style inventory: Technical manual*. Boston: The McBer and Company. 1976.
- _____. *Experiential learning*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. 1984.
- KOLB, A. Y., KOLB, D. A. *Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education*. The Academy of Management Learning and Education, 4(2). 2005.
- _____. Learning styles and learning spaces: A review of the multidisciplinary application of experiential learning theory in higher education. In: SIMS, R. R., SIMS, S. J. (Eds.), *Learning styles and learning: A key to meeting the accountability demands in education* (pp. 45-92). NY: New Science Publishers. 2006.
- KOMAROFF, E. *Effect of simultaneous violations of essential tau-equivalence and uncorrelated error on coefficient alpha*. Applied Psychological Measurement, 21, 337-348, 1997.

KOSMADOUDI, Z., LIM, T., RITCHIE, J., LOUCHART, S., LIU, Y., SUNG, R. *Engineering design using game-enhanced CAD: The potential to augment the user experience with game elements*. Computer-Aided Design, v. 45, n. 3, p. 777-795, mar. 2013.

KOSTER, R. *A theory of fun or game design*, Scottsdale: Paraglyph Press. 2005.

KUO, F. R., HWANG, G. J., LEE, C. C. *A hybrid approach to promoting students' web-based problem solving competence and learning attitude*. Computers & Education, 58(1), 351-364. 2012.

LAINEMA, T., HILMOLA O.P. *Learn more, better and faster: computer-based simulation gaming of production and operations*, International Journal of Business Performance Management. 2005.

LEAL, F.; COSTA, R. F. S.; MONTEVECHI, J. A. B.; ALMEIDA, D. A.; MARINS, F. A. S. *A practical guide for operational validation of discrete simulation models*. Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, v. 31, n.1, Apr. 2011.

LEE, J. J., HAMMER, J. *Gamification in education: what, how, Why Bother? Definitions and uses*. Exchange Organizational Behavior Teaching Journal, 15(2), 1-5. 2011.

_____, HOADLEY, C. *Leveraging identity to make learning fun: possible selves and experiential learning in massively multiplayer online games (MMOGs)*. Journal of Online education. 2007.

LEWIS, M.A., MAYLOR, H.R. *Game playing and operations management education*, International Journal of Production Economics. 2007.

LIPPONEN, L. Exploring foundations for computer-supported collaborative learning. In STAHL G. (Ed.), 4th CSCL: *Foundations for a CSCL Community*, Colorado, LEA, NJ, USA (pp. 72-81). 2002.

LIU, C.-C., CHENG, Y.-B. & HUANG, C.-W. *The effect of simulation games on the learning of computational problem solving*. Computers & Education, 57(3), 1907- 1918. 2011.

MAEHR, M. L. *Continuing Motivation: Na Analysis of a Seldom Considered Educational Outcome*. Review of Educational Research, v. 46, n. 3, p. 443-462, Summer, 1976.

MANOLIS, C., BURNS, D. J., ASSUDANI, R., CHINTA, R. *Assessing experiential learning styles: A methodological reconstruction and validation of the Kolb Learning Style Inventory*. Learning and Individual Differences, v. 23, p. 44-52, fev. 2013.

MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 5-29, 2010.

MAZUR, E. *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 1997.

MCDONALD, R. P. *Test Theory: Unified treatment*. Lawrence Erlbaum Associates, 1999.

MIGUEL, P. A. C. *Estudo de caso a engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução*. Produção, v. 17, n.1, p. 216-229, 2007.

_____. Adoção do Estudo de Caso na Engenharia de Produção. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 129-142, 2010.

_____, HO, L. L. Levantamento tipo Survey. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 73-123, 2010.

MILLER, J. C.; MILLER, J. N.; *Non-parametric and robust methods in Statistics for Analytical Chemistry*, 3rd ed. Ellis Horwood PTR Prentice Hall: London, 1993.

MOLLAHOSEINI, A.; FARJAD, S. *Assessment Effectiveness on the Job Training in Higher Education* (Case Study: Takestan University). Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 47, n. 2008, p. 1310-1314, jan. 2012.

MONTEVECHI, J. A. B.; LEAL, F.; MIRANDA, R. C. ; PEREIRA, T. F. *Interactive learning of modeling and discrete-events simulation through lego parts*. In: Winter Simulation Conference. Washington. 2013.

MORENO, R. & MAYER, R. E. *Role of guidance, reflection, and interactivity in an agentbased multimedia game*. Journal of Educational Psychology, 97, 117–128. 2005.

MUIRHEAD, B.; JUWAH, C. *Interactivity in computer-mediated college and university education: A recent review of the literature*. Educational Technology & Society 7(1). 2004.

MUNTEAN, C. I. Raising engagement in e-learning through gamification. In: *The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL* (pp. 323–329). 2011.

NAE. *Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century*. The National Academic Press, Washington, D.C. 2005.

NAKANO, D. N. Métodos de Pesquisa Adotados na Engenharia de Produção E Gestão de Operações. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 63-72, 2010.

NICOLINI, D.; GHERARDI, S.; YANOW, D. *Knowing in Organizations: A Practice-Based Approach*. New York : Sharpe, 2003.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H. *The knowledge-creating company*. New York: Oxford University Press, 1995.

NUGENT, G., BARKER, B., GRANDGENETT, N. The effect of 4-H robotics and geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and attitudes. In: LUCA, J., WEIPPL, E. (Eds.) *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications* (pp. 447–452). Chesapeake, VA: AACE. 2008.

_____, ADAMCHUK, V. The use of digital manipulatives in k-12: robotics, GPS/GIS and programming. In: *Frontiers in Education Conference*, 2009. FIE '09. 39th IEEE (pp. 1–6, 18–21). 2009.

OBLINGER, D. *The next generation of educational engagement*. Journal of Interactive Media in Education, 8, 1–18. 2004.

OSBOURN, H. G. *Coefficient alpha and related internal consistency reliability coefficients*. Psychological Methods, 5, 343-355, 2000.

OZCELIK, E., CAGILTAY, N. E., OZCELIK, N. S. *The effect of uncertainty on learning in game-like environments*. Computers & Education, v. 67, p. 12-20, set. 2013.

PAPASTERGIOU, M. *Digital game-based learning in high school computer science education: impact on educational effectiveness and student motivation*. Computers & Education, 52(1), 1–12. 2009.

PARASSURAMAN, V.; ZEITHAMI, V.A.; BERRY, L. L. *A conceptual modelo of servicequality and its implications for future research*. Journal of Marketing, v. 49, n. 4, p.41-50, 1985.

PASIN, F.; GIROUX, H. *The impact of a simulation game on operations management education*. Computers & Education, v. 57, n.1, p. 1240-1254. 2011.

PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

PINHO, A. F. de ; LEAL, F. ; ALMEIDA, D. A. de . *Utilização de bloquinhos de montagem LEGO para o ensino dos conceitos do Sistema Toyota de Produção*. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre. 2005.

PITTENGER, A; DOERING, A. *Influence of motivational design on completion rates in online self-study pharmacy-content courses*. Distance Education, 31:3, 275-293, 2010.

POURABDOLLAHIAN, B.; TAISCH, M.; KERGA, E. *Serious Games in Manufacturing Education: Evaluation of Learners' Engagement*. Procedia Computer Science, v. 15, p. 256-265, jan. 2012.

PRENSKY, M. *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill, 2001.

_____. *Digital game-based learning*. Computer in Entertainment, 1(1), 21. 2003.

RANDEL, J. M., MORRIS, B. A., WETZEL, C. D., & WHITEHILL, B. V. *The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research*. Simulation and Gaming, 23(3), 261–276. 1992.

RÍOS, I. D. L., CAZORLA, A., DÍAZ-PUENTE, J. M., YAGUE, J. L. *Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 2, n. 2, p. 1368-1378, jan. 2010.

RODRIGUES, J. S. *et al.* Ensino e aprendizagem vivencial em Engenharia: Simuladores, jogos, projetos interdisciplinares e ambientes de aprendizagem a distância. In: OLIVEIRA, V. F., CAVENAGHI, V., MÁSCULO, F. S. (orgs.) Tópicos emergentes e desafios metodológicos em engenharia de produção: casos, experiências e proposições. ABEPRO, p. 251-320, 2011.

ROSAS, R., NUSSBAUM, M., CUMSILLE, P., MARIANOV, V., CORREA, M., FLORES, P. *Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students*. Computers & Education, 40, 71–94. 2003.

SAMPIERI, R. A., COLLADO, C. F., LUCIO, P. B. *Metodologia de pesquisa*. 3ª edição. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SAVI, R. *Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento*. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

SAWCHUK, P. *Adult learning, technology, and working class life*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003.

SCHELLENS, T., VALCKE, M. *Collaborative learning in asynchronous discussion groups: what about the impact on cognitive processing?* Computers in Human Behavior, 21(6), 957–975. 2005.

SHADISH, W.R. The empirical program of quasi-experimentation, in: BICKMAN, L. (Ed.), *Research Design: Donald Campbell's Legacy*, Sage, Thousand Oaks, CA, pp. 13–35. 2000.

_____, COOK, T.D., CAMPBELL D.T. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*, Houghton, Mifflin, Boston, 2002.

SIMÕES, J., DÍAZ REDONDO, R., FERNÁNDEZ VILAS, R. *A social gamification framework for a K-6 learning platform*. Computers in Human Behavior, 29, 345–353. 2013.

SMEDS R., *Simulation for accelerated learning and development in industrial management – guest editorial*, Production Planning & Control 14 (2) 107–110. 2003.

SQUIRE, K. *Video games in education*. International Journal of Intelligent Games & Simulation, 2(1), 49–62. 2003.

STREINER, D. L. *Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter*. Journal of Personality Assessment. v. 80, p. 217-222. 2003.

SUNG, H.-Y., HWANG, G. J. *A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses*. Computers & Education, v. 63, p. 43-51, abr. 2013.

TAN, K. H., TSE, Y. K., & CHUNG, P. L. *A plug and play pathway approach for operations management games development*. Computers & Education, 55(1), 109–117. 2010.

TAYLOR, P. C., FRASER, B. J., FISHER, D. L. *Monitoring constructivist classroom learning environments*. International Journal of Educational Research, 27, 293-302. 1997.

TAYLOR, P.; MAOR, D. Assessing the efficacy of online teaching with the Constructivist On-Line Learning Environment Survey. In: HERRMANN A., KULSKI M. (Eds) *Flexible futures in university teaching*, pp. 207-218. Perth: Curtin University of Technology. 2000.

TERRELL, S., RENDULIC, P. *Using computer-managed instructional Software to increase motivation and achievement in elementary school children*. Journal of Research on Computing in Education, 26(3), 403–414. 1996.

TORRENTE, J., MORENO-GER, P., MARTÍNEZ-ORTIZ, I., FERNANDEZ-MANJON, B. *Integration and deployment of educational games in e-learning environments: The learning object model meets educational gaming*, Educational Technology & Society, 12(4), 359–371. 2009.

TRINIDAD, S., ALDRIDGE, J., FRASER, B. *Development, validation and use of the Online Learning Environment Survey*. Australasian Journal of Educational Technology, 21(1), 60-81. 2005.

TURRIONI, J. B., MELLO, C. H. P. Pesquisa-ação na Engenharia de Produção. In: MIGUEL, P. A. C. (org.) *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 145-162, 2010.

VILLALTA, M., GAJARDO, I., NUSSBAUM, M., ANDREU, J. J., ECHEVERRÍA, A., PLASS, J. *Design guidelines for classroom multiplayer presential games (CMPG)*. Computers & Education, 57, 2039–2053. 2011.

VON WANGENHEIM; C. G.; SAVI, R.; BORGATTO, A. F. *DELIVER! An educational game for teaching Earned Value Management in computing courses*. Information and Software Technology, v. 54, p. 286-298, 2011.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. *Case research in operations management*. International Journal of Operation and Production Management, v. 22, n. 2, p. 195, 2002.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 1996.

WANG, H., & SUN, C. T. Game reward Systems: gaming experiences and social meanings. In MARINKA, C., HELEN, K., ANNKA, W. (Eds.), *Proceedings of the DiGRA 2011 Conference: Think design play*. 2011.

YIN, R. K. *Case Study Research: Design and Methods*. Fourth Ed. Sage Publications. 2008.

VAN DER ZEE, D. J., HOLKENBORG, B., ROBINSON, S. *Conceptual modeling for simulation-based serious gaming*. Decision Support Systems, v. 54, n. 1, p. 33-45, dez. 2012.

WALPOLE, R. E.; MYERS, R. H.; MYERS, S. L.; YE, K. *Probabilidade & Estatística para engenharia e ciências*. 8a. edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

ANEXO A – Questionário multidimensional para Avaliação no Nível 1

Avaliação - Dinâmica MIB –

mês

/

ano

Seu Nome Completo

Seu e-mail

Nenhuma informação quanto à sua identidade será divulgada nas publicações resultantes dessa pesquisa. Sua identificação e e-mail, servem para posteriores contatos e envio de publicações resultantes da pesquisa.

INSTRUÇÕES: Você terá 44 questões para as quais deverá assinalar a alternativa que melhor descreve a sua opinião:

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não Concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente

No final, haverá ainda 5 questões abertas que tratam da sua satisfação geral frente à Dinâmica de Ensino.

1	2	3	4	5	
					C01 – A primeira vez que ouvi explicações sobre esta dinâmica tive a impressão que seria fácil pra mim.
					A01 – Logo no início da dinâmica percebi algo interessante que prendeu minha atenção.
					C02 – Esta dinâmica foi mais difícil de entender do que eu gostaria que fosse.
					C03 – Depois de receber as informações introdutórias, me senti confiante em relação ao que era suposto que aprendesse nessa dinâmica.
					I01 – Eu explico as minhas ideias aos outros alunos sempre que requisitado ou quando a situação demanda que ocorram trocas de ideias e experiências.
					S01 – Ao final desta dinâmica me senti autorealizado(a).
					R01 – Está claro para mim de que forma o conteúdo desta dinâmica será relacionado à teoria que aprendi.
					C04 – O material utilizado na dinâmica dificultou a visualização e memorização dos pontos mais importantes da dinâmica.
					A02 – Os materiais utilizados na dinâmica são atrativos.
					R02 – Eu já iniciei a dinâmica sabendo o quanto esta atividade poderia ser importante para mim.
					I02 – Os outros alunos me encorajaram a participar ativamente da Dinâmica e valorizaram ou elogiaram as minhas contribuições.

1	2	3	4	5	
					R03 – Completar essa dinâmica com sucesso foi importante para mim.
					A03 – A qualidade do material utilizado ajudou a prender minha atenção.
					A04 – Essa atividade é tão abstrata que foi difícil me manter atento(a).
					C05 – Como eu participei da dinâmica, estou confiante que pude aprender o conteúdo.
					I03 – Os colegas compreendem bem as minhas argumentações quando há discussões e tomada de decisão em equipe.
					S02 – Eu gostei tanto dessa dinâmica que gostaria de saber mais sobre o assunto abordado nela.
					A05 – O material utilizado na dinâmica parecia muito simplificado e não era atraente.
					R04 – O conteúdo visto na dinâmica é relevante aos meus interesses pessoais.
					A06 – A forma com que as informações são apresentadas ajudou a prender minha atenção.
					R05 – Tive acesso a exemplos ou explicações sobre como os profissionais usam o conhecimento adquirido nesta dinâmica

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não Concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1	2	3	4	5
				I06 – O professor compreende bem as minhas indagações (e dos colegas) ao longo da Dinâmica.
				S04 – A explicação após a dinâmica me fez sentir recompensado por meus esforços.
				A10 – O local onde se realizou a dinâmica ajudou a prender minha atenção nas atividades.
				A11 – O estilo da dinâmica é chato.
				R08 – Eu poderia relacionar o conteúdo desta dinâmica com coisas que já vi, fiz ou pensei em minha vida.
				A12 – Tem tanta informação na dinâmica que chega a ser irritante.
				I07 – O professor estimula a reflexão, encoraja a participação, troca de ideias e trabalho em equipe.
				S05 – Senti-me bem completando essa dinâmica.
				R09 – O conteúdo desta dinâmica será útil para mim.
				C08 – Eu não entendi uma parte desta dinâmica.
				C09 – A boa organização da dinâmica me ajudou a sentir confiante na aprendizagem.
				I08 – Eu compreendo bem as explicações e recomendações do professor.
				S06 – Foi um prazer trabalhar numa dinâmica tão bem elaborada.

Questões abertas que tratam da sua satisfação geral em relação à Dinâmica:

ATENÇÃO - Nós queremos que a dinâmica te atraia e prenda sua atenção. Com a sua experiência adquirida nesta dinâmica, o que ajudou você a se manter atento à dinâmica sem se dispersar?

RELEVÂNCIA – Nós queremos que o conteúdo presente nesta dinâmica seja útil e relevante em sua vida pessoal e/ou profissional. Pensando na dinâmica realizada, o que te ajudou a perceber a utilidade e relevância desta dinâmica?

CONFIANÇA – Nós queremos que todos os estudantes tenham uma expectativa positiva para trabalhos futuros. A dinâmica te proporcionou uma expectativa positiva ou negativa quanto à sua atuação em trabalhos práticos profissionais?

SATISFAÇÃO – Nós queremos que você se sinta satisfeito em relação à dinâmica. Que elementos ou características da dinâmica influenciaram a sua satisfação?

INTERAÇÃO – Nós queremos que a dinâmica promova interação, troca de experiências e construção conjunta de conhecimento. Que elementos, características ou momentos da dinâmica permitiram (ou deixaram a desejar) em relação a essa interação esperada?

ANEXO B – Questões da Dinâmica MIB para Avaliação no Nível 2

Quadro B01 – Primeira versão do Questionário para pré e pós-testes.

<i>Questão</i>	<i>Afirmativa</i>	<i>Enunciado da Questão</i>
1A	Verdadeira	A prática do 5S auxilia na diminuição/eliminação de atividades que não agregam valor ao processo.
1D	Verdadeira	A prática do 5S auxilia na diminuição/eliminação de atividades que não agregam valor ao processo.
2A	Verdadeira	O uso do kanban visual limita a formação de estoques.
2D	Verdadeira	O uso do kanban visual limita a formação de estoques.
3A	Falsa	O processo puxador deve ser o mais próximo do fornecedor.
3D	Falsa	O processo puxador deve ser o mais próximo do fornecedor.
4A	Verdadeira	O nivelamento da produção é dificultado por altos tempos de setup.
4D	Verdadeira	O nivelamento da produção é dificultado por altos tempos de setup.
5A	Verdadeira	A comunicação entre postos de trabalho é mais clara e simples em um processo puxado, através do uso de kanbans visuais.
5D	Verdadeira	A comunicação entre postos de trabalho é mais clara e simples em um processo puxado, através do uso de kanbans visuais.

Escala *likert* adotada:

- (5) Estou convicto de que é verdadeira a afirmação
- (4) Acho que é verdadeira a afirmação
- (3) Não sei
- (2) Acho que é falsa a afirmação
- (1) Estou convicto de que é falsa a afirmação

Quadro B02 – Segunda versão do Questionário para pré e pós-testes.

Questão	Afirmativa	Enunciado da Questão
1A	Verdadeira	A prática do 5S auxilia na diminuição/eliminação de atividades que não agregam valor ao processo.
1D	Verdadeira	A prática do 5S pode aumentar a taxa de produção em operações.
2A	Verdadeira	O uso do kanban visual limita a formação de estoques.
2D	Verdadeira	O uso do kanban visual induz o operador a produzir somente o necessário e na hora correta.
3A	Falsa	O processo puxador deve ser o mais próximo do fornecedor.
3D	Verdadeira	Em um processo "meio puxado, meio empurrado", é melhor manter o controle puxado em processos mais próximos do cliente final.
4A	Verdadeira	O nivelamento da produção é dificultado por altos tempos de setup.
4D	Falsa	A diminuição do tempo de setup não favorece a produção de lotes menores.
5A	Verdadeira	A comunicação entre postos de trabalho é mais clara e simples em um processo puxado, através do uso de kanbans visuais.
5D	Falsa	O operador não tem como saber o que produzir e quando produzir, tendo como controle apenas o kanban visual.

Escala *likert* adotada:

- (5) Estou convicto de que é verdadeira a afirmação
- (4) Acho que é verdadeira a afirmação
- (3) Não sei
- (2) Acho que é falsa a afirmação
- (1) Estou convicto de que é falsa a afirmação

Quadro B03 – Terceira versão do Questionário para pré e pós-testes.

Questão	Afirmativa	Enunciado da Questão
1A	Verdadeira	A prática do 5S auxilia na diminuição/eliminação de atividades que não agregam valor ao processo.
1D	Verdadeira	A prática do 5S pode aumentar a taxa de produção em operações.
2A	Verdadeira	O uso do kanban visual limita a formação de estoques.
2D	Verdadeira	O uso do kanban visual induz o operador a produzir somente o necessário e na hora correta.
3A	Verdadeira	Em um processo "meio puxado, meio empurrado", é melhor manter o controle puxado em processos mais próximos do cliente final.
3D	Verdadeira	Em um processo "meio puxado, meio empurrado", é melhor manter o controle puxado em processos mais próximos do cliente final.
4A	Verdadeira	O nivelamento da produção é dificultado por altos tempos de setup.
4D	Falsa	A diminuição do tempo de setup não favorece a produção de lotes menores.
5A	Verdadeira	A comunicação entre postos de trabalho é mais clara e simples em um processo puxado, através do uso de kanbans visuais.
5D	Falsa	O operador não tem como saber o que produzir e quando produzir, tendo como controle apenas o kanban visual.

Escala *likert* adotada:

- (5) Estou convicto de que é verdadeira a afirmação
- (4) Acho que é verdadeira a afirmação
- (3) Não sei
- (2) Acho que é falsa a afirmação
- (1) Estou convicto de que é falsa a afirmação

ANEXO C – Respostas para Avaliação no Nível 1

Quadro C01 – Resposta de 54 alunos ao questionário multidimensional – Dinâmica MIB (Estudo Piloto)

	C1	A1	C2	C3	S1	R1	C4	A2	R2	R3	A3	A4	C5	S2	A5	R4	A6	R5	C6	A7	S3	A8	R6	A9	C7	R7	S4	A10	A11	R8	A12	S5	R9	C8	C9	S6
A1	1	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	5	5	5
A2	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
A3	3	5	5	5	5	5	2	4	3	4	4	5	4	5	4	4	4	2	5	4	5	3	4	5	3	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
A4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	3	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	3	5	4	3	4	5	4	5	5	5	5	5	5
A5	3	5	5	3	5	5	1	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	3	5	5	5	4	4	5	5	5
A6	4	5	5	3	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
A7	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	4	5	4	3	4	3	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	3	5	5	5	4	4	5	4	5
A8	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A9	2	5	3	3	3	5	2	5	5	5	3	4	5	5	2	4	2	4	3	5	5	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	4	4	4	4	4
A10	4	5	4	3	2	5	5	5	3	4	3	5	5	4	5	3	4	3	5	5	5	5	4	3	4	4	4	5	5	2	5	5	5	5	5	5
A11	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5
A12	4	5	4	4	4	5	1	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
A13	3	4	5	4	3	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	3	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
A14	2	3	4	5	4	5	5	5	3	3	5	5	5	2	5	3	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	3	5	4	4	5	4
A15	3	4	4	4	4	5	5	3	3	5	3	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	3	5	3	5	5	4	5	5	5	4	5
A16	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	3	2	4	5	4	5	4	5	4	4	4	2	3	5	4	5	5	5	5	5	5
A17	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A18	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	3	5	4	4	5	3	5	5	4	4	4	5
A19	4	4	4	1	4	5	4	5	2	3	5	5	5	5	5	3	4	1	4	4	5	4	5	5	3	4	4	4	5	3	5	4	3	5	4	5
A20	5	5	2	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	3	5	2	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5
A21	4	5	4	4	4	5	5	5	2	4	4	5	4	4	5	3	4	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
A22	5	5	5	5	3	5	5	4	4	3	4	5	5	3	5	2	4	4	5	3	4	5	3	4	3	4	2	3	5	2	5	3	4	5	3	4
A23	3	3	4	4	5	5	4	4	1	4	4	5	3	4	5	5	5	3	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4	5	2	5	4	5	5	5	5
A24	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A25	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
A26	3	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	1	4	5	5	5	5	5	5
A27	2	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	3	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5

OBS: As respostas em vermelho se referem às questões inversas em que os valores foram primeiramente invertidos para os cálculos posteriores e análise.

Quadro C02 – Resposta de 54 alunos ao questionário multidimensional – Dinâmica MIB (Estudo Piloto)

(continuação)

	C1	A1	C2	C3	S1	R1	C4	A2	R2	R3	A3	C5	S2	C6	A4	R4	A6	R5	C7	A7	S3	C8	R6	A9	C9	R7	S4	A10	C11	R8	C12	S5	R9	C13	C14	S6	
A28	4	4	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
A29	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	3	3	3	3	4	4	5	4	4	5	4	4	
A30	5	5	5	5	5	5	5	3	2	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	5	5
A31	4	4	4	4	4	5	3	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	5	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	
A32	3	2	4	3	4	5	2	5	5	4	5	4	4	4	3	3	4	5	3	4	4	2	4	5	4	2	4	3	2	3	4	4	4	4	4	4	
A33	3	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	
A34	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	3	2	5	4	5	3	4	4	3	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	
A35	3	4	5	4	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	3	3	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5	
A36	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	
A37	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
A38	1	5	5	5	5	5	3	4	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
A39	4	5	4	5	5	4	5	3	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	
A40	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	2	4	5	5	3	4	4	4	3	4	5	3	4	4	5	5	3	5	5	4	4	
A41	3	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	3	5	3	4	4	4	4	5	3	4	3	4	5	3	4	5	3	5	4	4	5	4	4	
A42	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	3	5	5	5	5	5	
A43	4	3	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	2	5	3	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	
A44	3	5	5	5	4	5	4	4	3	5	3	5	5	3	5	4	3	4	5	4	4	4	4	3	3	5	4	4	5	4	5	3	3	5	5	4	
A45	4	5	2	3	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4	4	2	3	5	3	5	4	5	4	3	4	4	4	3	4	4	
A46	3	5	3	3	5	2	5	5	5	5	5	4	1	4	4	4	4	4	3	3	5	1	5	5	4	3	5	4	4	5	3	5	5	3	5	5	
A47	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	2	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	2	5	5	
A48	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	3	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	
A49	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	3	4	4	5	5	5	4	2	5	4	5	2	4	5	4	5	4	4	5	
A50	4	5	4	4	4	5	3	5	1	5	4	5	5	3	5	5	5	5	4	4	5	2	5	5	4	5	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	
A51	5	5	3	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
A52	3	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	5	3	5	5	3	5	3	5	2	5	1	5	5	1	5	5	5	5	
A53	2	4	3	2	3	5	5	4	4	3	4	4	3	3	5	4	4	5	3	4	3	2	4	3	2	5	3	3	5	5	3	3	4	2	2	3	
A54	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	3	5	4	4	5	5	4	

OBS: As respostas em vermelho se referem às questões inversas em que os valores foram primeiramente invertidos para os cálculos posteriores e análise.

Quadro C03 – Resposta de 23 alunos ao questionário multidimensional – Dinâmica MIB (Turma MBA)

	C1	A1	C2	C3	S1	R1	C4	A2	R2	R3	A3	A4	C5	S2	A5	R4	A6	R5	C6	A7	S3	A8	R6	A9	C7	R7	S4	A10	A11	R8	A12	S5	R9	C8	C9	S6
A1	3	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A2	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	3	2	5	4	5	3	4	4	3	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5
A3	3	4	5	4	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	3	3	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5
A4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	3	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
A5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	3	4	4	5	5	5	4	2	5	4	5	2	4	5	4	5	4	4	5
A6	4	5	4	4	4	5	3	5	1	5	4	5	5	3	5	5	5	5	4	4	5	2	5	5	4	5	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5
A7	3	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	5	3	5	5	3	5	3	5	2	5	5	1	5	5	1	5	5	5
A8	4	5	4	3	2	5	5	5	3	4	3	5	5	4	5	3	4	3	5	5	5	5	4	3	4	4	4	5	5	2	5	5	5	5	5	5
A9	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5
A10	4	5	4	4	4	5	1	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
A11	2	3	4	5	4	5	5	5	3	3	5	5	5	2	5	3	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	3	5	4	4	5	5	4
A12	3	4	4	4	4	5	5	3	3	5	3	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	3	5	3	5	5	4	5	5	5	4	5
A13	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	3	2	4	5	4	5	4	5	4	4	4	2	3	5	4	5	5	5	5	5	5
A14	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	3	5	4	4	5	3	5	5	4	4	4	5
A15	4	4	4	1	4	5	4	5	2	3	5	5	5	5	5	3	4	1	4	4	5	4	5	5	3	4	4	4	5	3	5	4	3	5	4	5
A16	5	5	2	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	3	5	2	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5
A17	5	5	5	5	3	5	5	4	4	3	4	5	5	3	5	2	4	4	5	3	4	5	3	4	3	4	2	3	5	2	5	3	4	5	3	4
A18	3	3	4	4	5	5	4	4	1	4	4	5	3	4	5	5	5	3	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4	5	2	5	4	5	5	5	5
A19	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A20	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A21	3	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	1	4	5	5	5	5	5	5
A22	4	4	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A23	3	2	4	3	4	5	2	5	5	4	5	4	4	4	3	3	4	5	3	4	4	2	4	5	4	2	4	3	2	3	4	4	4	4	4	4

OBS: As respostas em vermelho se referem às questões inversas em que os valores foram primeiramente invertidos para os cálculos posteriores e análise.

Quadro C04 – Resposta de 19 alunos ao questionário multidimensional – Dinâmica MIB (Turma ADM)

	C1	A1	C2	C3	I1	S1	R1	C4	A2	R2	I2	R3	A3	A4	C5	I3	S2	A5	R4	A6	R5	I4	C6	A7	S3	A8	R6	I5	A9	C7	R7	I6	S4	A10	A11	R8	A12	I7	S5	R9	C8	C9	I8	S6				
A1	4	5	3	4	3	4	5	3	4	3	2	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5		
A2	4	5	5	4	5	4	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
A3	2	5	2	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
A4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
A5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
A6	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	3	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5		
A7	5	5	5	3	4	2	5	5	5	5	2	5	5	4	5	2	5	4	3	5	5	2	5	1	4	5	5	4	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	
A8	3	4	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	2	5	5	5	5	5	5	4	5	4			
A9	3	3	5	3	5	4	5	5	4	3	3	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5		
A10	2	2	2	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	3	5	5	3	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5		
A11	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	3	4	2	5	4	5	5	4	5	2	5	5	5	5	5	4	4	4	1	3	4	4	5	4	5	5	4	5		
A12	4	5	4	4	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	3	3	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5		
A13	4	4	3	3	5	3	5	5	5	1	3	5	5	5	5	4	5	5	3	5	3	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	1	2	5	5	3	4	4	4	4	5	5		
A14	4	3	4	4	4	3	5	4	5	2	3	3	5	5	5	4	3	5	3	4	3	4	5	3	4	4	3	4	5	4	5	5	4	3	5	5	5	5	5	4	5	2	5	5	5	5		
A15	2	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	3	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5		
A16	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
A17	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	4	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
A18	3	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
A19	3	4	3	3	4	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	2	4	5	4	5	4	4	3	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Quadro C05 – Resposta de 16 alunos ao questionário multidimensional – Dinâmica MIB (Turma M&D)

	C1	A1	C2	C3	I1	S1	R1	C4	A2	R2	I2	R3	A3	A4	C5	I3	S2	A5	R4	A6	R5	I4	C6	A7	S3	A8	R6	I5	A9	C7	R7	I6	S4	A10	A11	R8	A12	I7	S5	R9	C8	C9	I8	S6			
A1	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	5	3	3	4	2	5	4	4	3	4	2	5	5	4	5	4	4	5	4	1	4	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4	5	3	5	5		
A2	4	5	2	3	4	4	4	5	5	3	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	4	3	5	5	4	5	5	4	3	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4		
A3	4	4	5	5	4	3	5	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4		
A4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	2	3	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	3	4	4	3	4	4	5	5	4	4	4	5		
A5	4	5	5	4	5	3	5	5	4	3	5	3	3	5	4	4	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	4	5	3	5	5	4	3	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5		
A6	4	4	4	5	5	3	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	5	4	5	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	5	3	5	4		
A7	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
A8	4	3	3	4	4	2	4	4	5	2	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	5	3	2	4	3	3	2	5	5	3	4	4	4	3	3	3	5	3	3	4	4	4		
A9	4	5	3	4	5	3	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	3	5	3	4	5	4	5	4	5	4	4	2	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	3	5	5	3	5	5	
A10	3	5	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	2	5	4	4	5	3	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5		
A11	5	4	4	5	5	4	4	4	4	2	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4		
A12	4	5	5	4	4	4	5	4	5	3	3	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4		
A13	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	3	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5		
A14	5	5	5	5	5	3	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	2	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5		
A15	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	3	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
A16	4	4	3	5	4	1	4	4	4	2	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	2	4	4	3	3	5	5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4

OBS: As respostas em vermelho se referem às questões inversas em que os valores foram primeiramente invertidos para os cálculos posteriores e análise.

ANEXO D – Respostas para Avaliação no Nível 2

Quadro D01 – Resposta de 23 alunos ao pré e pós-testes – Dinâmica MIB (Turma MBA).

	Q1A	Q1D	Q2A	Q2D	Q3A	Q3D	Q4A	Q4D	Q5A	Q5D
A1	5	5	4	5	4	1	4	5	3	5
A2	4	5	4	5	1	5	4	5	4	5
A3	3	5	3	5	3	1	4	5	3	5
A4	4	5	3	5	2	5	4	5	3	5
A5	4	5	5	5	3	5	4	5	4	5
A6	4	5	5	5	1	1	3	5	4	5
A7	4	5	2	5	3	1	4	5	3	5
A8	3	5	3	5	3	5	4	5	4	5
A9	4	5	3	5	3	5	4	5	3	5
A10	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5
A11	5	5	5	5	4	5	4	5	3	5
A12	4	5	3	5	4	1	4	5	3	5
A13	4	5	4	5	4	1	5	5	4	5
A14	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5
A15	5	5	4	5	4	2	4	5	4	5
A16	5	5	4	5	5	1	4	5	5	5
A17	3	5	4	5	3	1	4	5	5	5
A18	4	5	4	5	3	1	3	5	4	5
A19	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
A20	5	5	3	5	3	5	4	5	4	5
A21	4	5	4	5	2	1	4	4	4	4
A22	4	5	5	5	3	1	5	5	4	5
A23	4	5	4	5	3	5	4	5	4	5

OBS 1: As questões em vermelho (3A e 3D) são questões inversas (falsas) e seus valores foram primeiramente invertidos para os cálculos posteriores e análise.

OBS 2: As células na cor verde representam situações em que houve uma melhora na resposta dada pelo aluno. As células na cor vermelha representam situações em que houve piora na resposta dada pelo aluno. Por fim, as células na cor branca indicam questões para as quais o aluno não alterou a sua resposta.

Quadro D02 – Resposta de 19 alunos ao pré e pós-testes – Dinâmica MIB (Turma ADM)

	Q1A	Q1D	Q2A	Q2D	Q3A	Q3D	Q4A	Q4D	Q5A	Q5D
A1	3	5	5	5	2	5	5	5	3	5
A2	4	5	4	5	2	4	5	5	5	4
A3	3	5	4	5	1	4	5	4	4	1
A4	5	5	4	5	2	5	5	5	4	4
A5	4	5	5	5	3	5	4	5	4	5
A6	4	5	4	5	1	5	5	4	5	5
A7	5	5	5	5	3	5	4	5	3	5
A8	5	5	5	5	3	5	4	4	3	5
A9	5	5	4	5	1	5	5	5	4	5
A10	4	5	5	5	3	5	4	5	4	5
A11	5	4	5	5	3	4	4	5	4	5
A12	4	5	5	5	3	5	5	5	3	5
A13	3	5	4	5	3	4	5	5	3	5
A14	5	5	4	5	3	5	4	3	5	4
A15	4	5	2	5	2	5	4	5	3	5
A16	4	5	3	5	4	5	4	5	4	5
A17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A18	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4
A19	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5

OBS 1: As questões em vermelho (3A, 4D e 5D) são questões inversas (falsas) e seus valores foram primeiramente invertidos para os cálculos posteriores e análise.

OBS 2: As células na cor verde representam situações em que houve uma melhora na resposta dada pelo aluno. As células na cor vermelha representam situações em que houve piora na resposta dada pelo aluno. Por fim, as células na cor branca indicam questões para as quais o aluno não alterou a sua resposta.

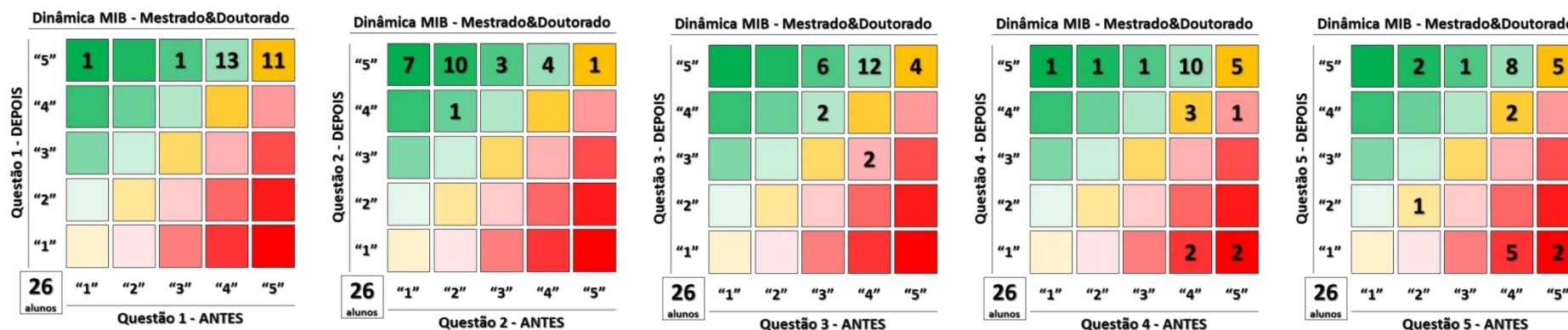
Quadro D03 – Resposta de 26 alunos ao pré e pós-testes – Dinâmica MIB (Turma M&D)

	Q1A	Q1D	Q2A	Q2D	Q3A	Q3D	Q4A	Q4D	Q5A	Q5D
A1	4	5	3	5	3	5	4	5	4	5
A2	5	5	2	5	5	5	5	1	5	1
A3	4	5	4	5	3	5	5	5	4	1
A4	5	5	2	5	4	5	4	1	4	1
A5	4	5	2	5	4	5	4	5	4	5
A6	4	5	2	4	4	3	4	5	4	4
A7	4	5	2	5	4	3	4	5	2	5
A8	4	5	3	5	4	5	4	1	4	1
A9	1	5	2	5	3	5	4	4	4	5
A10	4	5	1	5	3	4	4	4	5	5
A11	5	5	2	5	5	5	4	4	2	2
A12	4	5	4	5	4	5	4	5	4	1
A13	5	5	3	5	3	5	5	1	4	1
A14	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5
A15	3	5	4	5	4	5	5	5	4	5
A16	4	5	2	5	4	5	5	5	4	5
A17	4	5	1	5	3	5	3	5	5	5
A18	4	5	2	5	3	5	5	5	4	5
A19	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
A20	5	5	2	5	4	5	4	5	4	5
A21	5	5	4	5	4	5	2	5	2	5
A22	5	5	1	5	4	5	5	4	4	4
A23	5	5	1	5	5	5	1	5	5	1
A24	4	5	1	5	3	4	4	5	3	5
A25	5	5	2	5	4	5	5	5	4	5
A26	4	5	1	5	4	5	4	5	5	5

OBS 1: As questões em vermelho (4D e 5D) são questões inversas (falsas) e seus valores foram primeiramente invertidos para os cálculos posteriores e análise.

OBS 2: As células na cor verde representam situações em que houve uma melhora na resposta dada pelo aluno. As células na cor vermelha representam situações em que houve piora na resposta dada pelo aluno. Por fim, as células na cor branca indicam questões para as quais o aluno não alterou a sua resposta.

ANEXO E – Perfil das respostas ao pré e pós-teste – Turma M&D (apresentação visual alternativa)



Algumas observações relevantes:

- As figuras acima retratam apenas as respostas ao pré e pós-teste da Turma de Mestrado & Doutorado, última aplicação da dinâmica contemplada na tese.
- Essa apresentação visual permite identificar a migração das respostas, ou seja, da mudança ocorrida na resposta de cada aluno, embora sem identificação do mesmo.
- A implementação completa desse recurso está sujeita a melhorias conceituais ainda necessárias e deverá fazer parte da pesquisa futura referente ao sistema informatizado para avaliação de práticas de ensino.
- À título de exemplo, a Questão 2 apresenta, do total de 26 alunos respondentes: 7 alunos que migraram da resposta “1” para a resposta “5”, 10 alunos que migraram da resposta “2” para “5” e assim por diante.
- A cor verde representa as respostas que denotam incremento de aprendizagem; a cor vermelha é utilizada para as respostas no sentido inverso, não esperado; enquanto a cor laranja se refere às respostas que permaneceram inalteradas.
- O gradiente de cores representa desde o verde escuro (melhor situação: alunos migrando da resposta “1” para “5”) até o verde mais claro (alunos migrando da resposta “1” para “2”). O mesmo princípio é aplicado para as cores vermelha e laranja.