UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA

MARCELO CUNHA DE SOUZA

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE CONTABILIDADE

SÃO PAULO

2014

Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Edgard Bruno Cornacchione Junior
Chefe do Departamento de Contabilidade e Atuária

Prof. Dr. Andson Braga de Aguiar
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade

MARCELO CUNHA DE SOUZA

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE CONTABILIDADE

Dissertação apresentada ao Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração:
Controladoria e Contabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Edgard Bruno
Cornacchione Junior

Versão Corrigida

SÃO PAULO

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da
Universidade de São Paulo

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Souza, Marcelo Cunha de
O uso de inteligência artificial no ensino de contabilidade / Marcelo
Cunha de Souza. -- São Paulo, 2014.
112 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2014.
Orientador: Edgard Bruno Cornacchione Junior.

1. Contabilidade 2. Ensino por computador 3. Inteligência artificial
4. Avaliação da aprendizagem I. Universidade de São Paulo. Faculdade
de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

CDD – 657

Para Ana Souza, minha amada esposa,
com todo meu amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa, Ana Souza, por todo o apoio, carinho e paciência durante a realização deste trabalho. Certamente nossas conversas e suas contribuições foram enriquecedoras e de inestimável contribuição para esta Dissertação. Sem seu apoio e sua ajuda esta pesquisa certamente não teria existido.

Agradeço a minha mãe, Marlene Esteves, e ao meu pai, José Cunha de Souza, por todos os valores e ensinamentos, a mim transmitidos, guiando meus passos até aqui. Agradeço ainda aos meus sogros, José Teixeira e Maria Solange, pelo especial apoio e dedicação durante todos esses meses de mestrado. A toda minha família, muito obrigado!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edgard Cornacchione, registro um agradecimento especial, não apenas na condução deste trabalho, mas também em todos os aspectos acadêmicos e profissionais que o destacam como exemplo de educador e pesquisador. Seu apoio e considerações foram fundamentais para a realização deste trabalho, muito obrigado!

Agradeço à ALEKS Corporation, na figura do Sr. Sam Hussey, por acreditar e incentivar a realização do presente estudo, dando suporte técnico e gentilmente cedendo as licenças necessárias para o desenvolvimento do experimento. Seu apoio foi muito incentivador e importante. Sam, really thank you!!

Agradeço aos colegas do GETEC-USP pelas conversas, auxílios e contribuições na realização da presente pesquisa. Em especial a Tânia Nunes, por suas valiosas contribuições e participações neste projeto e, ao amigo Renato Azevedo fundamental no apoio logístico da revisão da literatura.

Agradeço aos Professores Bruno Salotti, Fernando Murcia e a Professora Mara Jane Malacrida pela oportunidade e interesse no desenvolvimento deste trabalho e também a todos os estudantes da disciplina de Contabilidade Introdutória (EAC0106) do ano de 2014. O apoio e didicação de vocês foi fundamental para a condução do experimento.

Agradeço aos professores e a equipe do PPGCC, sempre contribuindo e auxiliando nos trabalhos de pós-graduação. Em especial, agradeço a Belinda Ludovici, a Profa. Silvia Casa Nova e a Marcia Bento pelo apoio nas horas mais complicadas.

Agradeço também a Universidade de São Paulo, ao Departamento de Contabilidade e Atuária, e a FIECAFI pelo apoio institucional que propiciaram a condução desse trabalho. Por fim, agradeço a CAPES pelo apoio financeiro que possibilitou a realização dessa Dissertação.

RESUMO

Souza, M. C. (2014). *O uso de Inteligência Artificial no ensino de Contabilidade*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

O cenário contábil brasileiro reflete as diversas transformações tecnológicas que a sociedade vem passando, como o aumento expressivo do comércio e dos serviços eletrônicos e o surgimento de moedas totalmente digitais, o *bitcoin*. Essa sociedade demanda um novo profissional contábil, na vanguarda da tecnologia, focado no negócio da empresa, participando da gestão e provendo informações úteis para a tomada de decisão. Preparar esse Contador é tarefa que certamente recai sobre as instituições de ensino. Essas instituições precisam adaptar seu currículo para uma realidade diferente daquela que existia quando os programas de contabilidade, do Brasil, foram criados. Nesse cenário foi realizada uma pesquisa visando a inserção de tecnologia baseada em inteligência artificial, o sistema ALEKS, no ensino de Contabilidade. A questão de pesquisa foi avaliar em que medida a tecnologia da educação, baseada em Inteligência Artificial, pode auxiliar na aquisição de habilidades técnicas necessárias ao estudante de Ciências Contábeis. Para tanto foi realizado um quase-experimento com os estudantes da disciplina de Contabilidade Introdutória do curso de Bacharelado em Ciências Contábeis da Universidade de São Paulo, introduzindo o sistema ALEKS como ferramenta de suporte no ensino de Contabilidade básica. Apesar da adesão à pesquisa de 122 estudantes, somente 71 fizeram algum acesso ao sistema e apenas 16 estudantes utilizaram o sistema de forma satisfatória para que se pudesse captar algum benefício do uso do sistema. A hipótese nula foi mantida para os estudantes da turma T01 ($p = 0,398$, $n = 8$) do período diurno e para a turma T22 ($p = 0,014$, $n = 5$) do período noturno, tendo sido rejeitada para a turma T21 ($p = 0,001$, $n = 3$) do período noturno, significando que o sistema produz pequeno ou nenhum efeito sobre o desempenho dos estudantes na disciplina presencial. Grande destaque deve ser dado a baixa adesão dos estudantes ao uso do sistema. Uma pesquisa de adequação buscou capturar esse aspecto. Os estudantes elencaram a dificuldade com o idioma e com os termos técnicos, o não alinhamento do sistema com a disciplina presencial e a falta de tempo para realização de tarefas extraclasse como fatores impeditivos ou desmotivadores de acesso e uso do sistema ALEKS. Entende-se que a inserção de tecnologia baseada em inteligência artificial no ambiente educacional é positiva, devido a motivação inicial e aos relatos dos estudantes com apoio a iniciativa. Essa inserção pode

fomentar o processo educacional para estudantes, docentes e instituições. Um alinhamento do ALEKS à disciplina presencial certamente produziria resultados diferentes dos encontrados na presente pesquisa, permitindo maior confiabilidade aos achados. Mais pesquisas precisam ser produzidas no ambiente brasileiro, considerando não apenas os estudantes, mas considerando docentes, instituições e empresas.

Palavras-chave: Contabilidade, Ensino por computador, Inteligência Artificial, Avaliação da aprendizagem

ABSTRACT

Souza, M. C. (2014). *The use of Artificial Intelligence in Accounting Education*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

The Brazilian accounting scenario reflects the many technological changes that society is facing, as a significant increase in trade and electronic services, and the emergence of fully digital currencies, such as bitcoin. This society demands a new accountant at the forefront of technology, focused on the company's business by participating in management and providing useful information for decision making. Helping to prepare this accountant is a task that surely lies with educational institutions. These institutions need to adapt syllabi to a different reality if compared to what existed when most accounting programs in Brazil were created. In this scenario, this research relies on a survey aimed at adoption of educational technology based on artificial intelligence (ALEKS), in an Accounting. The research question is to assess the extent to which technology education based on Artificial Intelligence can assist students to acquire the necessary Accounting technical skills. A quasi-experiment with students of Introduction to Accounting course at the undergraduate level at the University of São Paulo was developed, introducing ALEKS as a support tool in teaching basic accounting. Despite the large number of participants of the survey, 122 students, only 71 actually accessed the system and only 16 students used the system in a satisfactory manner, so to allow capturing some benefit of its use. The null hypothesis was sustained for students of cohort T01 ($p = 0.398$, $n = 8$) day period and the cohort T22 ($p = 0.014$, $n = 5$) of the evening. The hypothesis was rejected for cohort T21 ($p = 0.001$, $n = 3$) of the evening period, meaning that the system produces little or no effect on student performance. Attention should be given to poor adherence of students to use the system and an additional survey of adequacy sought to capture this aspect. Students list the difficulty with language and technical terms, the non-alignment of the system with the classroom discipline and lack of time to perform tasks such as extracurricular, or demotivating factors all impeding access and use of the ALEKS system. It is clear that the adoption of artificial intelligence-based technology in the educational environment is positive, because the initial motivation of students and feedbacks supporting the initiative. It can foster the educational process for students, teachers and institutions. An alignment of ALEKS with other classroom activities certainly would find different results from those found in the present research, increasing reliability of the findings. More research

in this area needs to be conducted in the Brazilian environment, considering not only students, but also teachers, institutions and companies.

Keywords: Accounting, Computer-based Instruction, Artificial Intelligence, Assessment, Evaluation

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	3
LISTA DE FIGURAS.....	4
1 INTRODUÇÃO	5
1.1 Problema de pesquisa:	8
1.2 Justificativa:	10
1.3 Objetivos do estudo:	11
1.4 Hipóteses:	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Avaliação, <i>Assessment</i> e <i>Evaluation</i>	14
2.2 The Knowledge Spaces Theory	17
2.2.1 <i>Precedence Relation</i>	19
2.2.2 <i>Knowledge state</i>	19
2.2.3 <i>Knowledge Structures</i>	21
2.2.4 <i>Learning Paths</i>	21
2.2.5 <i>Inner Finge e Outer Fringe</i>	22
2.3 Tecnologia aplicada à Educação	24
2.4 Inteligência Artificial impulsionando a Educação	26
2.5 As tecnologias aplicadas ao ensino de Contabilidade	29
2.6 O sistema ALEKS	33
2.6.1 <i>The Initial assessment</i>	34
2.6.2 Gráfico das habilidades - <i>Pie</i>	36
2.6.3 Utilizando o sistema	37
2.6.4 A visão do Instrutor	39
2.6.5 A Inteligência Artificial no ALEKS	40
2.7 Estudos anteriores	42
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.1 O Desenho experimental	44
3.2 População e amostra.....	46
3.3 Condução do experimento.....	50
3.3.1 ALEKS <i>Corporation</i> e o Departamento de Contabilidade e Atuária.....	50
3.3.2 Teste piloto	54
3.3.3 O Pré-teste (O1)	55
3.3.4 Acesso ao ALEKS.....	56
3.3.5 O Pós-teste.....	60

3.3.6	Pesquisa sobre o uso do ALEKS.....	61
3.3.7	Coleta dos dados.....	62
3.4	Ameaças à validade do experimento.....	63
4	RESULTADOS.....	67
4.1	Análise dos resultados.....	75
5	CONCLUSÕES	83
5.1	Limitações	91
5.2	Contribuições	92
5.3	Sugestões para futuras pesquisas.....	93
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
7	APÊNDICES.....	103
7.1	Syllabus do curso	103
7.2	Termo de consentimento livre e esclarecido	106
7.3	Pré-teste.....	107
7.4	Pesquisa de Adequação e uso do Sistema ALEKS	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tipos de habilidades.....	19
Tabela 2 - Distribuição das Turmas	49
Tabela 3 - Distribuição dos Tópicos e Conteúdos.....	53
Tabela 4 - Tempo de Utilização do ALEKS	59
Tabela 5 - Itens concluídos no ALEKS.....	60
Tabela 6 - Proficiência por Conteúdo.....	60
Tabela 7 – Perfil dos respondentes da pesquisa	62
Tabela 8 - Distribuição dos Estudantes	68
Tabela 9 - Normalidade dos Dados	70
Tabela 10 - Distribuição dos Estudantes 2014	71
Tabela 11 - Resultado das Análises de 2014 com e sem o ALEKS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Learning paths	22
Figura 2 - Outer and Inner fringes.....	23
Figura 3 - Initial Assessment.....	35
Figura 4 - Gráfico de habilidades (PIE)	36
Figura 5 - Assignments	38
Figura 6 - Visão do Instrutor.....	39
Figura 7 - Ameaças à Validade Interna.....	64
Figura 8 - Ameaças à Validade Externa.....	65
Figura 9 - Distribuição das notas por atividade.....	69
Figura 10 - Distribuição das Notas da Disciplina vs. Nota do Sistema ALEKS.....	72
Figura 11 - Distribuição dos estudantes e notas	72
Figura 12 - Distribuição de Idade e Opção de Cursos.....	81
Figura 13 - Acessibilidade do ALEKS.....	81
Figura 14 - Percepção sobre o Sistema ALEKS.....	82

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, desde 2008, a Contabilidade vem passando por diversas mudanças que buscam a harmonização das normas contábeis brasileiras ao padrão internacional. São exemplos dessas mudanças as alterações decorrentes da promulgação da Lei 11.638/07, assim como os pronunciamentos emitidos pelo Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC). Estes fatos colocam a profissão contábil em posição de destaque no cenário econômico e expõe a necessidade da formação de profissionais com um perfil adequado às novas realidades e aos interesses que as empresas demandam.

Alguns avanços na tecnologia contábil – tais como a Nota Fiscal Eletrônica (NF-e), a popularização e o desenvolvimento de sistemas integrados de gestão (ERP), com significativa redução de custos – permitem que as empresas tenham todas as suas transações conectadas por um único sistema, em uma única base de dados. A migração da computação embarca para sistemas em nuvem, tornando a informação acessível em qualquer dispositivo e em qualquer parte do globo, o que reduz drasticamente o custo para implantar e manter os controles desde a origem da transação até ao usuário final. O advento do Sistema Público de Escrituração Digital (SPED) possibilita ao Governo Federal e aos Governos Estaduais e Municipais a obtenção de acesso, quase em tempo real, das transações e movimentações das empresas. Estes são exemplos das transformações que o ambiente empresarial vem enfrentando, na última década, o que deixa evidente a necessidade de mudança no perfil dos profissionais contábeis, tradicionalmente ligados aos aspectos técnicos de escrituração e contabilização, para um perfil mais dinâmico, ligado aos aspectos gerenciais do negócio. A lógica é que a velocidade da informação, aliada ao baixo custo do poder de processamento computacional, fará com que as empresas automatizem todo o “parque contábil” de forma que a informação seja gerada e processada automaticamente e instantaneamente, sem a presença de um ser humano. Tal contexto contribui para que a Contabilidade necessite menos de profissionais com “*hard skills*”, habilidades diretamente relacionadas à técnica e prática; e, demande mais profissionais com “*soft skills*”, que são menos dependentes da técnica, uma vez que possuem mais habilidades interpessoais e raciocínio crítico (Passos, 2011).

Essa demanda da sociedade por um novo profissional, focado no negócio da empresa, participativo da gestão e provedor de informações úteis para a tomada de decisão, recai diretamente sobre as instituições responsáveis pela formação. No Reino Unido esse contexto

permeia as mesas de discussões há bastante tempo. Na década de 1980, um grande programa, intitulado *Enterprise in Higher Education*, foi realizado e financiado pelo Governo em resposta às reclamações das empresas de que “universities were not producing effective graduates equipped with the necessary skills to apply their knowledge in the workplace” (Macdonald, 2002, p. 6). Naquela ocasião, mais de 1 milhão de Libras foram destinados ao ensino superior “to develop enterprising graduates in partnership with employers” (Macdonald, 2002, p. 6). Nos Estados Unidos, os órgãos relacionados ao desenvolvimento profissional da profissão contábil também vem discutindo e destacando esses aspectos há algum tempo. Sobre esse quadro, Passos (2011) menciona que:

Em 1990, a Accounting Education Change Commission (AECC), que é ligada ao AAA, publicou um documento com diretrizes para que os cursos de graduação em Ciências Contábeis se adequassem às novas demandas do mercado. Este documento enfatizou a utilização de métodos de instrução que ensinam os estudantes a aprenderem por eles mesmos e definiu esta abordagem como Aprendendo a Aprender (Learning to Learn), a qual também defende a necessidade do desenvolvimento de habilidades e atitudes que podem ser consideradas de raciocínio crítico.

O referido documento ganhou destaque nas publicações relacionadas à educação contábil, não só pelo seu assunto, mas também por ter sido fruto de um relatório escrito, em 1989, por executivos das oito maiores empresas de Contabilidade e auditoria do mundo (The Bedford Report), cujo conteúdo demonstrou a preocupação daquelas empresas em relação à quantidade e qualidade dos profissionais recém-formados em Contabilidade (May, Windal & Sylvestre, 1995). Estas preocupações presentes no Reino Unido e nos Estados Unidos, nas últimas décadas, apesar de seguirem diferentes caminhos, tiveram a mesma profundidade e o anseio por mudanças. A educação superior, mas especificamente a educação contábil, precisava de mudanças, as quais deveriam ser profundas, para que o estudante pudesse chegar preparado ao mercado de trabalho, com conhecimentos sólidos, tendo em vista as alterações do conteúdo transmitido e também da modificação na forma de ensinar e aprender.

Nos anos seguintes, diversos artigos foram publicados, como resultados de pesquisas, sobre a necessidade de mudança no foco e no formato da educação contábil (Kimmel, 1995; May, Windal & Sylvestre, 1995; Davis & Sherman, 1996; Leaby & Brazina, 1998). O que talvez todos estes pesquisadores tenham percebido é que alterar o ensino, e principalmente a forma

como este é conduzido, não é uma tarefa trivial. O sistema metodológico de transmissão do conhecimento é algo que há muitos séculos está enraizado nas instituições. Desta forma, Alterar esse sistema é um processo que requer muito esforço e cooperação por parte dos diversos participantes do processo de ensino-aprendizagem.

Downes (1998) comenta que a educação, desde o jardim de infância até o doutorado, é baseada no modelo de classes, onde a definição das turmas não é feita por necessidades de aprendizagem de cada estudante, mas sim fundamentada em um currículo padrão, que é seguido por todos os estudantes, o qual ignora as necessidades, competências, experiências e os conhecimentos prévios de cada um. Nesse modelo, todos são tratados como idênticos, pois iniciam o curso ao mesmo tempo, estudam os mesmos materiais, no mesmo ritmo, passam pelas mesmas avaliações e finalizam ao mesmo tempo. Tal modelo é o mais adotado por ser considerado, até então, como o mais eficiente; porém, trata-se de um método que é altamente dependente do professor. Levy (2007), doutor em Sociologia e Ciência da Informação e da Comunicação, pela Université de Paris-Sorbonne, levanta algumas preocupações com relação à educação nos próximos anos, entre elas, a impossibilidade de se aumentar a quantidade de professores proporcionalmente à demanda prevista. Barr e Tagg (1995), ao discutirem a mudança no paradigma educacional, afirmam que: “any attempt to increase outputs without increasing resources is a threat to quality” (p. 12).

No Brasil tem-se atualmente 1299 instituições habilitadas a oferecerem o curso de Bacharelado em Ciências Contábeis para um público de mais de 44 mil ingressantes, contra um total de 910 cursos habilitados em 2006 (ENADE, 2006; Andere & Araújo, 2007). Este rápido crescimento justifica a preocupação em relação à quantidade de professores, o que traz ainda um desdobramento em relação à preocupação sobre a qualidade desses cursos, uma vez que se têm salas muito mais densas e um ensino muito menos direcionado às necessidades individuais de cada estudante. Os resultados do ano de 2012 mostram diversas universidades públicas operando com notas 1 e 2 no ENADE para os cursos de Ciências Contábeis, as quais são consideradas insuficientes para manutenção desses cursos.

Analisando pela ótica da instituição, atualmente 135 instituições contam com recursos públicos governamentais para manutenção de seus cursos, as demais delas têm como fonte primária o valor que o estudante paga mensalmente para estudar. O ENADE (2009) aponta que mais de 80% dos estudantes matriculados estão em instituições privadas de ensino.

Devido à quantidade de profissionais de ensino, alinhada à quantidade de ingressantes nas instituições, é muito comum que se tenha salas de aula com 80 estudantes, ou mais, para apenas um professor.

Nesse ambiente o professor tem seu poder de ação limitado, pois mesmo que dedique uma grande parte de seu tempo preparando aulas ou atividades para a condução da disciplina, basta que cada um de seus estudantes intervenha com algum questionamento, durante a aula, para que qualquer planejamento seja prejudicado pelo consumo de tempo. Em um ambiente onde as aulas são conduzidas totalmente no formato presencial e a preparação dos materiais é responsabilidade exclusiva do professor, é extremamente difícil que as aulas e os conteúdos sejam preparados em acordo com as necessidades de cada estudante, bem como respeitando os conhecimentos prévios e o ritmo de aprendizagem de cada um. Sendo assim, resta ao professor proferir palestras para a condução da aula, deixando toda uma possível interação com os estudantes para o pós-aula, que geralmente não acontece. O professor possui tempo limitado para a condução, extraclasse, das atividades relacionadas às aulas já que ele também sofre por outras pressões, interesses e obrigações relacionadas a sua carreira, as quais demandam grande parte do seu tempo fora da sala de aula. Miranda, Araújo, Casa Nova e Cornacchione (2013) mencionam que “um membro do corpo docente que publica muito é mais valioso(a) para a comunidade educativa do que àquele que se dedica mais a docência” (p. 76), considerando que seu reconhecimento pela academia, bem como prestígio e posição dentro da universidade, até mesmo no que diz respeito ao seu salário, deve-se pelo tempo que empregou em publicações científicas e não pelo tempo que dedicou aos seus estudantes, dentro ou fora da sala de aula (Gibbs, 2004). O estudante embarca nesse processo com a perspectiva de adquirir um conhecimento que será relevante para sua formação e carreira profissional, porém desde o início tem que realizar uma série de escolhas entre tempo de estudo, trabalho, família, lazer, entre outros, para estar dentro de uma sala de aula, onde será exposto a um conteúdo que não respeita suas origens, suas experiências anteriores e sua capacidade e forma de aprendizado. Cabe então, a ele formas alternativas de absorver o conteúdo que realmente importa e se motivar de alguma outra maneira para jogar o jogo do ensino *versus* aprendizado.

1.1 Problema de pesquisa:

Parecem existir poucas alternativas capazes de equilibrar as necessidades do mercado de trabalho, os interesses de estudantes e professores e as capacidades das instituições. Uma possibilidade passa, certamente, pela inserção e ampla utilização de tecnologia no ambiente de Ensino Superior, não apenas de forma pontual ou como apoio discreto ao processo, mas a tecnologia com pilar de sustentação do processo educacional. Certamente, podemos argumentar que a presença do professor, em um espaço físico estruturado como nas escolas que se tem hoje, seja importante no processo de ensino-aprendizagem, principalmente por questões sociais, comportamentais e de raciocínio crítico.

Da mesma forma, mudanças nem sempre são fáceis de serem introduzidas em ambientes escolares. Beetham and Bailey (2002) mencionam que “it should not be any surprise that academic staff have viewed the learning technology revolution with a degree of scepticism” (p. 164), relatando alguns problemas enfrentados devido às mudanças no ambiente de ensino do Reino Unido. Entretanto devemos destacar os potenciais benefícios que os recursos computacionais, sobretudo aqueles vinculados à internet, trazem em relação à quebra de barreiras geográficas, culturais e idiomáticas, possibilitando a aquisição de uma série de novos conhecimentos e habilidades. Um conjunto de vídeos, disponíveis no Youtube, ensina milhares de pessoas algumas lições sobre como tocar piano¹, isto só é possível devido à evolução dos sistemas computacionais, principalmente aqueles baseados em Inteligência Artificial, que podem distribuir uma grande quantidade de conteúdo e permitir a geração de conhecimento de forma ampla e individualizada para cada pessoa, ou ainda, identificarem gostos, preferências e necessidades distintas de forma a possibilitar a interação entre pessoas distantes por milhares de quilômetros. Toda essa tecnologia não só pode como deve ser utilizada para fomentar o ensino e a aquisição de conhecimento: desde os mais elementares, passando pelo ensino formal, incluindo habilidades como tocar uma guitarra, falar mandarim e, até mesmo, aprender Contabilidade básica.

Diante do exposto, a questão de pesquisa que direciona o presente trabalho é: **em que medida a tecnologia da educação, baseada em Inteligência Artificial, pode auxiliar na aquisição de habilidades técnicas necessárias ao estudante de Ciências Contábeis?**

¹ Vídeo disponível na internet, com 11.327.191 acessos desde 10/07/2008. Acessado em 29/07/2014, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vphWgqbF-AM>

1.2 Justificativa:

Habilidades técnicas são competências funcionais que o estudante deve adquirir para desempenhar corretamente uma atividade. No ensino de Contabilidade essas habilidades estão relacionadas à terminologia contábil e ao ciclo básico de escrituração dos eventos econômicos. A técnica contábil, denominada método das partidas dobradas, representa a base matemática do sistema de contabilização e está diretamente ligada às habilidades práticas e ao conhecimento cognitivo, que são fundamentais para o entendimento e desenvolvimento das competências do estudante. Esta técnica está estruturada e registrada desde, pelo menos, 1494 quando foi impresso e publicado, em Veneza, o primeiro exemplar da obra *Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni et Proportionalita*, escrita por Luca de Pacioli, a qual contém 27 páginas sobre a técnica das partidas dobradas (Sangster, Stoner & McCarthy, 2008). Por ser um sistema estruturado e codificado há mais de 500 anos, o ensino do método das partidas dobradas, está fortemente solidificado, podendo ser transmitido de forma simples e funcional aos estudantes, o que possibilita a difusão por diferentes meios, tais como: apostilas, vídeos tutoriais ou por meio de sistemas inteligentes. Manter o ensino dessa técnica pelos métodos tradicionais, com um professor em uma sala aula de forma presencial, é ineficiente do ponto de vista do alcance e dos custos envolvidos.

O uso de sistemas inteligentes (baseados em Inteligência Artificial) no apoio ao ensino é algo presente há algum tempo na literatura acadêmica. Em 1976, Miranda Robertson publicou, na revista *Nature*, um artigo apresentando e discutindo o projeto LOGO, criado e liderado por Seymour Papert e Marvin Minsky, no laboratório do MIT. A ideia básica era a de que os estudantes utilizassem o sistema computacional, baseado em Inteligência Artificial, para programar uma tartaruga virtual, permitindo que a mesma fizesse desenhos na tela do computador (Robertson, 1976). Ao final do curso, todos os estudantes teriam aprendido a habilidade técnica da chamada lógica de programação, como objetivo principal, e era esperada, ainda, a absorção de algum conhecimento sobre geometria espacial, um efeito indireto da inserção dessa tecnologia no processo de ensino.

O uso de Inteligência Artificial no ensino de habilidades técnicas, tal como o ciclo básico de Contabilidade, pode trazer vantagens aos professores, à instituição e, principalmente, aos estudantes. Os professores passarão a contar com materiais interativos e personalizados, os quais serão utilizados por um número maior de estudantes e com a economia de tempo de

preparo, monitoria e correção de atividades, fornecendo informações sobre a situação e as necessidades específicas dos alunos, possibilitando ações de ajustes e correções no decorrer do curso. As instituições poderão atender mais estudantes, sem a necessidade de aumento no número de professores, mantendo a qualidade do ensino, possibilitando otimizar os recursos de tempo e espaço. Os estudantes, por sua vez, terão acesso a um sistema individualizado, respeitando a capacidade e as necessidades de cada um, aderente aos mais variados estilos de aprendizagem, com retorno imediato sobre o desempenho pessoal e acessível de qualquer hora e lugar.

No ensino de Contabilidade, podemos citar diversas iniciativas de utilização de *softwares* no apoio e fomento ao ensino e aprendizado, entre elas, a utilização do *software Byzantium*, um sistema tutor que auxila em tópicos de Contabilidade financeira e gerencial (Nicholson, 1999) e o *software BITE*, um sistema focado no ensino Contabilidade básica (Williams, 1992), frutos do Teaching & Learning Technology Programme (TLTP) do Reino Unido, e ainda, *The transaction analysis tutor*, um sistema tutor inteligente que apoia o ensino de transações contábeis (Johnson, Phillips & Chase, 2009). Para o presente trabalho destacamos o sistema ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces), baseado em Inteligência Artificial desenvolvido como resultado das pesquisas dos professores Jean-Paul Doigon e Jean-Claude Falmagne sobre a Knowledge Space Theory (KST), propiciando um ambiente *online* que se propõe ao apoio do ensino de Contabilidade básica de forma individualizada, respeitando os conhecimentos prévios e fornecendo um retorno contínuo sobre as habilidades de cada um dos estudantes.

1.3 Objetivos do estudo:

Nesse contexto, em que o ensino do ciclo introdutório de Contabilidade se propõe a transmitir ao estudante uma série de habilidades técnicas, onde a tecnologia baseada em Inteligência Artificial representa uma importante ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem e com foco no sistema ALEKS, apresentado acima, o presente trabalho tem como objetivo principal **avaliar experimentalmente em que extensão o sistema ALEKS pode contribuir para a aquisição das habilidades técnicas básicas, necessárias na formação do aluno, no curso de Contabilidade Introdutória do Bacharelado em Ciências Contábeis da Universidade de São Paulo.**

O presente trabalho conta ainda com os seguintes objetivos específicos:

- 1) avaliar o interesse dos estudantes em utilizar um software de maneira complementar a disciplina presencial na realização dos seus estudos;
- 2) Analisar possíveis diferenças no uso do sistema e, conseqüentemente, o desempenho na disciplina em função de acesso, aceitação e familiarização com a tecnologia utilizada;
- 3) Analisar possíveis diferenças no uso do sistema e, consecutivamente, o desempenho na disciplina em função do período em que o aluno está matriculado;
- 4) Analisar possíveis diferenças no uso do sistema e, conseqüentemente, desempenho na disciplina em função da bonificação adicionada à nota final, pelo uso do sistema;
- 5) Comparar os resultados obtidos, na presente pesquisa, com os resultados adquiridos por Baxter e Thibodeau (2011) em uma universidade dos Estados Unidos.

1.4 Hipóteses:

Com base nos objetivos acima descritos, e como tentativa de resposta às questões levantadas, um quase-experimento foi realizado, utilizando o sistema ALEKS, com a finalidade de testar as hipóteses apresentadas abaixo. O sistema ALEKS foi desenvolvido como forma de auxiliar ao estudante a entender em que estágio do conhecimento ele se encontra, o que ele já sabe se precisa buscar algum reforço e o que ele está apto a aprender (Doignon & Falmaigne, 1999), por meio de testes e exercícios nos quais terá um retorno imediato sobre seus acertos e erros. Mesmo que o sistema não faça parte da disciplina e que o estudante não seja obrigado a utilizar o sistema durante o semestre, como pré-requisito, o uso do sistema ALEKS deve representar um ganho para o estudante, em relação ao seu desempenho naquela disciplina.

O sistema é dividido em exercícios, questões e testes onde o estudante será exposto ao conteúdo de diversas formas, com o intuito de absorver e fixar o conhecimento. Esperamos

que haja uma associação positiva entre o tempo que o estudante despende realizando as atividades no sistema e o seu desempenho no curso presencial. As hipóteses, abaixo apresentadas, estão na forma de hipóteses nulas, as quais buscarão rejeitar ou falsear a partir dos resultados obtidos pelos testes estatísticos. As hipóteses para o presente trabalho são:

- H1: O uso do sistema de apoio ao aprendizado ALEKS durante o semestre impactará favoravelmente no desempenho dos estudantes na disciplina presencial da Turma 01 do período diurno.
- H2: O uso do sistema de apoio ao aprendizado ALEKS durante o semestre impactará favoravelmente no desempenho dos estudantes na disciplina presencial da Turma 21 do período noturno.
- H3: O uso do sistema de apoio ao aprendizado ALEKS durante o semestre impactará favoravelmente no desempenho dos estudantes na disciplina presencial da Turma 22 do período noturno.
- H4: Estudantes que completarem mais atividades dentro do sistema ALEKS terão melhor desempenho na disciplina presencial, em relação aos estudantes que realizarem menor número de atividades no sistema.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Avaliação, *Assessment* e *Evaluation*

Avaliação é um item que ocupa posição de destaque no cotidiano de educadores, estudantes e instituições (Astin, 2012; Jones, 1996; Wiliam, 2011). Avaliar e ser avaliado são ações que estão presentes no dia-a-dia e acontecem praticamente a todo instante. A língua inglesa apresenta duas palavras que, traduzidas para língua portuguesa, podem remeter a um único entendimento. *Assessment* e *evaluation* geralmente são traduzidos como sinônimos de avaliação. Apesar de possuírem a mesma origem, na língua francesa o significado, na concepção atual de educação, apresenta diferenças em relação aos objetivos de cada um dos termos. Para Astin (2012) “evaluation, of course, has to do with motivation and the rendering of value judgments” (p. 3), dando um significado que nos remete ao julgamento e juízo de valor, sobre algum dado ou observação, possuindo o mesmo significado do termo avaliação. Porém esse sentido não pode ser confiavelmente estendido ao termo *assessment*.

No contexto educacional, a palavra *assessment* não possui uma tradução, para a língua portuguesa, que remeta ao significado correto do termo e, no presente trabalho, será utilizado sempre no idioma original. Mesmo na língua inglesa existe uma preocupação em definir qual sentido da palavra será utilizado, pois o seu significado pode mudar, dependendo do contexto. Com essa preocupação, Astin (2012), no início do primeiro capítulo de seu livro, destaca: “in this book we view assessment as the gathering of information concerning the functioning of students, staff and institutions of higher education” (p. 3). Com esta afirmação o autor deixa clara a definição que pretende utilizar no referido termo: coletar dados, medir, mensurar. Após declarar o significado que utilizará, Astin (2012) chama a atenção para uma definição mais ampla, ao afirmar que “the term assessment can refer to two different activities: (a) the mere gathering of information (measurement) and (b) the use of that information for institutional and individual improvement (evaluation)” (p. 3), onde mostra que *assessment* possui uma definição mais abrangente. William (2011) traz uma visão histórica uma vez que menciona: “for many years, the word ‘assessment’ was used primarily to describe processes of evaluating the effectiveness of sequences of instructional activities when the sequence was completed” (p. 3). Essa definição carrega aspectos funcionais e temporais, além de evidenciar o motivo pelo qual realizar o *assessment*.

Pesquisas demonstram que o *assessment* gera valor para o processo de ensino e aprendizagem, quando é seguido por um propósito avaliativo, relacionado à missão institucional e melhoria das condições do processo educacional (Astin, 2012; Jones, 1996; Wiliam, 2011; Postareff, Katajavuori & Lindblom-Ylänne, 2012). Postareff et al. (2012) afirmam que “researchers have been especially interested in how assessment influences students’ study strategies and learning processes” (p. 84). Nicol, & Macfarlane-Dick (2006) asseguram que “there is considerable research evidence to show that effective feedback leads to learning gains” (p. 204). Para Astin (2012) “assessment and evaluation are inextricably linked” (p. 3), e ainda, segundo o mesmo autor:

Many hundreds of studies of human learning have shown that the learning process can be substantially enhanced if the learners have appropriate knowledge of results showing how much progress they have made and pointing out specific areas in which additional work is needed. Without such feedback, learning can be slow and difficult, or under some conditions, virtually impossible (p. 197).

A melhoria, que ocorre quando o *assessment* está correlacionado a um processo avaliativo, não é algo direto, pois depende dos objetivos e dos sujeitos que conduzem a avaliação. Quando o processo é totalmente orientado pelos professores, o retorno aos estudantes dá-se apenas no formato de notas ou ranqueamento, onde alguns aspectos, nem sempre desejados, começam a aparecer. Um primeiro aspecto é a postura do estudante frente ao processo avaliativo. Jones (1996) sustenta que “it is often, perhaps generally, the case that the assessment regime perceived by students will drive both what and how they learn” (p. 99), mostrando que os estudantes tendem a agir direcionados pelo objetivo pelo qual são avaliados. Outro aspecto a ser considerado é a atitude dos estudantes frente às notas ou ranqueamento. Astin (2012) alerta que “grades can operate as both a carrot and a stick, depending on whether the student is oriented toward attaining success or avoiding failure” (p. 196), destacando o aspecto de premiação e punição que as notas podem representar para os estudantes.

Com destaque para esses aspectos, Jones (1996) afirma que “a well-intentioned and well-structured curriculum will have little chance of success if it is accompanied by an inappropriate assessment strategy” (p. 99). Astin (2012) mostra que “a major reason for assessing class projects and for giving classroom exams is to grade students. Thus, all forms of classroom assessment can be and often are used to generate course grades” (p. 12).

Quando o processo avaliativo tem por objetivo captar o conhecimento dos estudantes, com maior foco na absorção dos conteúdos, os estudantes começam a colher melhores frutos desse processo. Kahl (2005) salienta que “a formative assessment is a tool that teachers use to measure student grasp of the specific topics and skills they are currently teaching” (p. 11). Nicol & Macfarlane-Dick (2006) chamam atenção para o fato de que “in higher education, formative assessment and feedback are still largely controlled by and seen as the responsibility of teachers” (p. 200). Os autores observam alguns problemas na forma como esse processo é conduzido, principalemtno no que tange a centralização do processo pelos professores, mencionando que:

There are a number of problems with this transmission view when applied to formative assessment and feedback. Firstly, if formative assessment is exclusively in the hands of teachers, then it is difficult to see how students can become empowered and develop the self-regulation skills needed to prepare them for learning outside university and throughout life (Boud, 2000). Secondly, there is an assumption that when teachers transmit feedback information to students these messages are easily decoded and translated into action [...] Thirdly, viewing feedback as a cognitive process involving only transfer of information ignores the way feedback interacts with motivation and beliefs [...] Fourthly, as a result of this transmission view of feedback, the workload of teachers in higher education increases year by year as student numbers and class sizes become larger (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006, p. 201)

Os problemas levantados pelos autores indicam a necessidade de mudança do foco e sujeito no processo avaliativo. O estudante deve ser protagonista na aquisição de conhecimento e responsável pelo processo avaliativo desta aquisição. Postareff, Katajavuori & Lindblom-Ylänne (2012) asseguram que “recent research emphasises the use of assessment to serve lifelong development purposes” (p. 84), indicando que essa mudança trará benefícios para além dos bancos escolares. Entretanto, Nicol & Macfarlane-Dick (2006) afirmam que “while students have been given more responsibility for learning in recent years, there has been far greater reluctance to give them increased responsibility for assessment processes (even low-stakes formative processes)” (p. 215), o que indica que os educadores ainda entendem a *assessment* e avaliação como um mecanismo de poder.

Contudo, quando *assessment* é aplicado de forma a identificar e agir sobre as necessidades dos estudantes, torna-se uma importante ferramenta. Sobre esta questão, The Assessment Reform Group destaca “assessment for learning is one of the most powerful ways of improving learning and raising standards” (Broadfoot et al., 2002). Klenowski (2009) corrobora essa afirmação quando diz que “assessment for Learning is part of everyday practice by students, teachers and peers that seeks, reflects upon and responds to information from dialogue, demonstration and observation in ways that enhance ongoing learning” (p. 264). Neste trabalho, definimos *assessment* como captação de dados e mensuração do estado atual de conhecimento de um estudante, com o propósito de posicionamento ou ranqueamento, realizado por um sistema computadorizado, o qual é baseado em Inteligência Artificial, em qualquer momento. A premissa adotada é a de que este *assessment* é a base para que se possa realizar uma avaliação, seja ela durante, seja ela ao final do curso, com propósito de entender o atual estado de conhecimento de um estudante, de forma que se tenham condições de traçar o melhor caminho e a melhor estratégia para o aprendizado.

2.2 The Knowledge Spaces Theory

Conforme discutido anteriormente, *assessment* é um item crítico no processo de ensino e aprendizagem. *Assessment* geralmente é feito no formato de uma série de questões sobre um determinado conjunto de conhecimentos. O encadeamento das questões possibilita inferir sobre a proficiência ou não dos estudantes em um determinado assunto. Educadores tendem a despendar inúmeras horas com a sua elaboração, realização e correção desta tarefa. Uma forma de aprimorar o tempo despendido é perguntar a menor quantidade de questões necessárias para que se consiga um panorama preciso e completo sobre as capacidades do estudante. Falmagne, Cosyn, Doignon & Thiéry (2006) afirmam que “the assessment of human competence, as it is still performed today by many specialists in the schools and in the workplace, is almost systematically based on the numerical evaluation of some aptitude” (p. 61), demonstrando que o resultado é geralmente informado no formato de uma única variável numérica. Essa representação numérica, herdada da física do século XIX, onde tudo era medido e informado no formato de um número em uma escala: temperatura, inteligência, conhecimento, desempenho de atletas entre outros (Falmagne et al, 2006). Trata-se de um mecanismo de informação pobre sobre a qualidade do que se pretende conhecer. Neste sentido, *Assessment* é um processo determinístico, entretanto não se deve preocupar com as

interferências próprias do comportamento dos seres humanos, tais como sorte, erro accidental, entre outros.

Com esse panorama em mente, nas décadas de 1980 e 1990, os pesquisadores Jean-Paul Doignon e Jean-Claude Falmagne desenvolveram a Knowledge Space Theory (KST), tem como objetivo “constructing a system which is realistic enough to capture the complexity of empirical situations, and simple enough to be capable of practical applications” (Doignon & Falmagne, 1985, p. 188). Albert e Stefanutti (2003) afirmam que KST “is a psychometric theory for the assessment and acquisition of knowledge” (p. 2). O *Knowledge Space* é o conjunto de todos os itens que compõem os conhecimentos ou habilidades necessárias para proficiência em uma determinada área (e.g., biologia, química física), ou ainda as partes que compõem uma área (e.g., aritmética, geometria, álgebra) (Albert e Stefanutti, 2003). Dowling e Hockemeyer (1998) formalizaram Knowledge Space como “a structure for representing prerequisite relationships between items form a specified branch of knowledge” (p. 133).

A proposta da KST é fomentar o *assessment*, em um determinado campo de estudo, por meio de um conjunto mínimo de questões que traga, em suas respostas, a representação do exato estado de conhecimento de um indivíduo (*knowledge state*) em relação ao conhecimento total naquele campo (*knowledge space*), obedecendo à hierarquia entre os conteúdos (*precedence relation*), que permitem indicar o caminho que o indivíduo percorreu (*learning paths*) para atingir aquele estado, de forma que se possam inferir quais itens o indivíduo possui de proficiência (*inner fringe*) e quais os itens ele está preparado a aprender (*outer fringe*) na sequência (Doignon & Falmagne, 1985; Falmagne, Koppen, Villano, Doignon & Johannesen, 1990; Falmagne, Villano, Doignon, e Johannesen, 1997; Doignon & Falmagne, 1999). Nos próximos itens os conceitos, acima apresentados, serão discutidos com maior profundidade para indicar como se relacionam e qual a importância nessa teoria.

No livro e nos diversos artigos publicados sobre a KST, os autores Doignon e Falmagne ilustram essa teoria com um exemplo genérico acerca de alguns itens que compõem o conjunto de conhecimentos em uma determinada área do saber. Conjunto este que é representado da seguinte forma: $Q = \{a, b, c, d, e, f\}$. Neste exemplo, Q representa o *knowledge space* (espaço do conhecimento), ou seja, o conjunto de todas as habilidades que o estudante deve ser proficiente para que possa dominar aquele conhecimento (Doignon & Falmagne,

1999; Falmagne et al, 2006). A Tabela 1 apresenta um exemplo do conjunto possível de habilidades em aritmética e álgebra.

Tabela 1- Tipos de habilidades

Letra	Tipo de habilidade	Exemplo de Questões
A	Multiplicação com números inteiros	$376 \times 125 = ?$
B	Multiplicação com números decimais	$12,89 \times 0,94 = ?$
C	Multiplicação de frações	$1/3 \times 2/9 = ?$
D	Percentual	Quanto é 32% de 1.500,00?
E	Equações do primeiro grau	Se: $x + 15 = 20$, qual o valor de x ?
F	Sistema de equações do primeiro grau	$x - 13 = 20$ $y + 1 = 23$ $x + Y = ?$

Fonte: Adaptado de Falmagne *et al.* (2006, p. 65)

2.2.1 Precedence Relation

Falmagne et al (2006) observam que “some pieces of knowledge normally precede, in time, other pieces of knowledge” (p. 64), como sendo algo que pode ser inferido, conforme observado na Tabela 1. Nesse exemplo, podemos afirmar que se o estudante é proficiente no item (f), é provável que ele seja proficiente também no item (e); e, se o estudante é proficiente no item (b), é provável que ele seja proficiente também no item (a). Esta relação de probabilidade se deve ao fato de que alguns itens são pré-requisitos para outros, ou seja, existe uma relação de precedência (*Precedence Relation*) entre eles. Esta probabilidade é útil para o *assessment*, uma vez que, se o professor deseja possuir o melhor quadro das competências do estudante, realizando o menor número possível de questões, ele não deverá abordar todos os itens, uma vez que alguns conteúdos são pré-requisitos para outros (Falmagne et al., 2006).

2.2.2 Knowledge state

O *Knowledge state* representa o conjunto de todos os possíveis estados que podem estar contidos em um *knowledge space* (Doignon & Falmagne, 1999). No exemplo a seguir, o *knowledge space* $Q = \{a,b,c,d,e,f\}$, um possível conjunto dos *knowledge states* pode ser representado por: $Q' = \{\emptyset, a, ab, ac, ad, abc, abd, abcd, ae, aef, abe, ace, abdef, e\}$, onde $\emptyset$ representa o

estado vazio, ou seja, o respondente não possui proficiência em nenhuma das habilidades testadas. Neste exemplo, o conjunto Q' irá desempenhar o *knowledge state* do estudante, o que representará a soma de todas as habilidades que ele possui, isto é, a soma de todos os problemas que o ele é capaz de solucionar em sua avaliação (Doignon, & Falmagne, 1985; Falmagne et al., 2006). Pela existência de algumas propriedades matemáticas, próprias dos conjuntos, tais como: união, intersecção, relação de quase-ordem (Doignon & Falmagne, 1985), algumas importantes inferências são possíveis quando se busca encontrar o *knowledge state* de um determinado estudante. Suponha que o estudante tenha respondido e acertado apenas as questões (b) sobre multiplicações com números decimais e (e) sobre equações do primeiro grau. Considerando as *precedence relation* e as propriedades matemáticas dos conjuntos, podemos afirmar que o *knowledge state* deste estudante é representado pelo conjunto $Q' = \{b, e, ab, abe\}$.

Dois aspectos devem ser considerados ao se analisar o *knowledge state* Q' . O primeiro se refere à presença de itens não perguntados no conjunto Q' . Mesmo que o estudante não tenha respondido a questão (a), os estados $\{ab\}$, $\{abe\}$ fazem parte do conjunto, porém os $\{a\}$ e $\{ae\}$ não estão contidos no referido conjunto. Isso se deve à *precedence relation* a qual permite afirmar que caso o estudante tivesse acertado a questão (b) é provável que ele acertasse a questão (a), permitindo inferir que os estados $\{ab\}$ e $\{abe\}$ fizessem parte do conjunto. Entretanto, devido as mesmas premissas, não se pode dizer que $\{a\}$ faz parte do conjunto, pois a referida questão não foi perguntada, o que também exclui o estado $\{ae\}$ (Falmagne et al., 2006). Parte do trabalho de Doignon e Falmagne, na formalização da KST, está diretamente relacionada à preocupação em provar, matematicamente, essa relação. No texto seminal sobre a KST, em 1985, os autores afirmam:

[...] the major difficulty lies in the result that, in a quasi ordinal space, to any question corresponds a unique set of "antecedent" questions: if a correct response to some question x is observed, it can be surmised that all the questions in a specified set S_x can also be answered correctly. It seems more reasonable to suppose that a correct response to x is consistent with several sets of antecedent questions (Doignon & Falmagne, 1985, p. 183).

O segundo aspecto, a ser considerado para o exemplo citado, refere-se à quantidade de possíveis *knowledge states* e de questões respondidas. Assumindo que a cada questão só pode ser respondida de forma correta ou errada, têm-se 2^n possíveis *knowledge states*, onde n

representa o número de questões respondidas (Falmagne, Villano, Doignon, e Johannesen, 1997). No exemplo em tela, para *um knowledge space* de 5 habilidades têm-se 14 *knowledge states* possíveis e, como se deseja otimizar o *assessment*, com apenas duas questões é possível mapear o *knowledge state* com 4 itens no conjunto.

2.2.3 Knowledge Structures

O conjunto de todos os possíveis *knowledge states* formam a *knowledge structure* (Koppen & Doignon, 1990, p. 312), que conceitualmente pode ser entendida como sinônimo de *knowledge space*. Entretanto, formalmente existem dois atributos matemáticos que diferenciam as duas estruturas, Doignon e Falmagne (1985) mencionam que “knowledge structure (X, K) is called a (knowledge) space if the following two conditions are satisfied: [K1] The set X and the empty set $\emptyset$ are states; [K2] Every union of states is a state” (p. 180).

2.2.4 Learning Paths

A possibilidade de reduzir o número de *knowledge states*, além de relacionada aos pré-requisitos existentes, também tem estreita relação ao caminho seguido pelo estudante na proficiência dos itens abordados. Os *learning paths* (caminhos do aprendizado) representam os possíveis caminhos a serem percorrido desde o estado inicial (vazio) até o estado final completo (*knowledge space*) do conhecimento do estudante (Falmagne et al. (2006). A Figura 1 ilustra os possíveis *learning paths* para o conjunto $Q = \{a,b,c,d,e,f\}$, anteriormente utilizado como exemplo. Interessante notar que, se não houvessem relações de dependência, para um conjunto de 6 elementos, teríamos 64 possíveis caminhos. Entretanto, devido aos pré-requisitos existentes entre os conteúdos, é possível reduzir essa quantidade para os 6 caminhos mostrados na Figura 1. Neste, verificamos que o estudante deva iniciar o seu trajeto pelos itens (a) ou (b), não sendo possível iniciar por qualquer outro item. Sobre essa situação, Falmagne et al (2006) afirmam “in a given environment, some concepts are always taught in a particular order, even though there may be no logical or pedagogical reason to do so” (p. 64). A preocupação sobre como estabelecer a ordem hierárquica, entre as sequências de conteúdos, aparece em diversos trabalhos, todos eles abrangendo de forma direta ou indiretamente a necessidade de um especialista na definição do fluxo de conteúdo. Albert, Schrepp and Held

(1994) realizaram uma extensão do trabalho de Doignon e Falmagne para construir um *knowledge space* aplicado na resolução do jogo de xadrez.

Figura 1 - Learning paths

Fonte: Falmagne *et al.* (2006, p. 68)

Os autores, nas discussões gerais, ressaltam a que “with more complex problems, the set of relevant problem components will still contain motives, but other factors which are indispensable in the knowledge of a good chess player may become relatively more important” (p. 134). Falmagne et al (1990) mostram a preocupação em como construir e testar um *knowledge space*. Apesar de não abordarem diretamente a figura de um especialista na construção, os autores utilizam a base didática, estabelecida anteriormente por especialista, para o ensino da aritmética. Koppen e Doignon (1990) realizaram um trabalho intitulado “How to Build a Knowledge Space by Querying an Expert”, com a seguinte preocupação: “for this, we would not want to rely on our own, restricted knowledge, but we would rather consult an expert in the field” (p. 312).

2.2.5 Inner Fringe e Outer Fringe

Fringe, ou fronteira, é uma relação entre o *knowledge state* e os itens que o compõe. Falmagne et al. (2006) afirmam que “each knowledge state (except the top one) has at least one immediate successor state, that is, a state containing all the same problems, plus exactly one [and] each knowledge state (except the empty state) has at least one predecessor state, that is a state containing exactly the same problems, except one” (p. 69). *Fringes* estão relacionadas aos caminhos (*learning paths*), conforme discutido anteriormente, que podem ser percorridos para o domínio total do conhecimento. Como um estudante pode perfazer diversos caminhos

para absorver o conhecimento, um item interessante é a possibilidade de mapeamento ou localização do estudante enquanto o estudo está em curso.

A Figura 2 mostra um *knowledge space* contendo diversos tipos de problemas, onde indica a existência de dois *knowledge states* (K e K') e, ainda, mostra a existência do *inner fringe*, para o estado K' e do *outer fringe* para o estado K. O *inner fringe* representa os *learning paths* percorrido pelo estudante até este ponto e o *outer fringe* representa o restante deste caminho, em cada um dos conteúdos que o estudante deverá percorrer. Falmagne et al (2006) chama atenção para a importância do conceito de *outer fringe*, afirmando que “is critical because this is where progress is taking place: learning proceeds by mastering a new problem in the outer fringe, creating a new state, with its own outer fringe” (p. 69). Em relação ao *inner fringe*, os autores apontam a importância deste mapeamento nas questões relacionadas à revisão ou reforço de conteúdos, ressaltando que “if for some reason a student experiences difficulties in mastering the problems in the outer fringe, reviewing previous material should normally take place in the inner fringe of a student's state” (Falmagne et al , 2006, p. 69)

Figura 2 - Outer and Inner fringes

Fonte: Falmagne et al. (2006 p. 69)

Quando se utiliza a KST, como ferramenta para *assessment*, *fringes* desempenham um papel importante na sumarização dos resultados, mostrando as habilidades já adquiridas e as que devem ser aprendidas na sequência. Falmagne et al (2006) chamam a atenção para esse item não tão obvio, porém importante ao mencionarem que:

Interestingly, the fringes also play a less obvious, but equally important role in summarizing the results of an assessment. A knowledge state is essentially a list of all the problems mastered by a student at the time of an assessment. Such a list will often be unwieldy and contain several dozen problem names, not a very convenient description. It can be shown mathematically, however, that for the most useful kinds of knowledge structures, the two fringes suffice to specify the knowledge state completely. In other words, the result of an assessment can be given in the form of two short lists, one for the inner fringe (WHAT THE STUDENT CAN DO, which is understood here as the most sophisticated problems in the student's state), and one for the outer fringe (WHAT THE STUDENT IS READY TO LEARN) (Falmagne et al, 2006, p. 69-70)

2.3 Tecnologia aplicada à Educação

A tecnologia transforma as organizações e suas estruturas, algumas de forma mais ampla, tal como o telefone, que permitiu a comunicação em larga escala e o trabalho a distância; outras, de maneira mais localizada, como a invenção de Chester Carlson, que permitiu a cópia e disseminação de diversos documentos (Kerr, 2004). A escola, enquanto organização, também está sujeita a essas transformações. Sangster e Lymer (1998) afirmam que “change is occurring and likely to continue. Faculty and institutions need consider how they should respond” (p. 1105). Os autores destacam ainda as amplas possibilidades de uso do *word wide web* como facilitador em cursos de Contabilidade de finanças.

Tecnologia da educação é um campo de estudo, assim como outros dentro das Ciências Sociais aplicadas, que não conta com uma clara definição sobre si mesma (Kerr, 2004; Luppigini, 2005). Entretanto, tangência inúmeras transformações que ocorrem, ou deixam de ocorrer, no ambiente escolar. Podemos distinguir o termo tecnologia da educação em duas concepções distintas, porém interligadas: primeiro, por intermédio de uma concepção social, voltada aos contextos sociais, aos valores e ao intelecto humano; segundo, por meio de compreensão pautada na área de engenharia, muito próxima do desenvolvimento de máquinas e sistemas computadorizados (Luppigini, 2005).

Luppigini (2005) destaca dois propósitos em sua definição sistêmica para tecnologia da educação na sociedade: em primeiro lugar, por facilitar e influenciar todos os aspectos da aprendizagem; e, em segundo, por contribuir para uma mudança dentro da sociedade. Não se pode afirmar em que extensão essas duas definições são indissociáveis ou mesmo se existe alguma ordem de prioridade entre elas. Não obstante, avalimos esses propósitos sempre em razão de alguma mudança, intencional ou não, de atitude, comportamento ou conhecimento (Seels, Fullerton, Berry, e Horn, 2004).

Seels et al. (2004) afirmam que “the State University of Iowa began the first educational television broadcasts in 1933”. Neste mesmo trabalho, os autores identificaram mais de 20.000 citações do termo televisão na literatura sobre educação em um importante banco de dados da área (ERIC), dando a dimensão do profundo impacto que esta tecnologia teve sobre a mesma. O uso desta tecnologia na educação cresceu rapidamente nos anos seguintes, tendo sido utilizada por inúmeras instituições educacionais. Nas décadas de 1950 e 1960, a invenção da fita magnética, permitiu a gravação dos conteúdos e o advento da comunicação via satélite, o que contribuiu significativamente para que a instrução via televisão ganhasse dimensões globais (Seels et al., 2004). Nas décadas seguintes, a disseminação dos programas de televisões, via cabo, e mais recentemente a utilização da televisão baseada em protocolo de internet (ipTv), possibilitou com que esse recurso continuasse a ser utilizado até os dias atuais. A educação por televisão é um caminho de mão única, não permite a interação entre os participantes e foi desenvolvida para atingir grandes audiências. Seels et al. (2004) comentam que “from an instructional point of view, the most important factor in the development of any of these technologies is not the technical aspect of their development but rather the impact of the medium on the audience”.

De todos os campos de educação suportados por tecnologias, a educação a distância é certamente um dos que mais vem sendo afetada e alterada nos últimos tempos (McIsaac & Gunawardena, 2004). Desde suas origens, em 1800, até meados da década de 1990, a educação a distância experimentou e foi suportada por inúmeras tecnologias presentes na sociedade (cartas, rádio, televisão, fita cassete, entre outras); porém, só foi com o advento da internet e com os avanços dos computadores pessoais que essa modalidade ganhou papel de destaque no cenário educacional. McIsaac e Gunawardena (2004, p. 357) apontam que nos Estados Unidos “more than 40 billion dollars a year are spent by IBM, Kodak, and the Fortune 500 companies on distance education programs”. Inúmeros recursos *online*, tais como

chats, fóruns, programas de comunicação instantânea (ICQ, MSN, SKYPE) e plataformas de ensino (Blackboard, Moodle, WebCT, MOOC's), estão disponíveis para o uso no ensino a distância. No entanto, pesquisas são necessárias para entender a extensão que esses recursos têm sobre a qualidade de ensino, tanto para a instituição quanto para o estudante (Romiszowski & Mason, 2004; Hill, Wiley, Nelson, & Han, 2004).

Atualmente a tecnologia da educação se encontra em um estágio onde o próprio conceito de “distância” precisa ser revisto. A distância física não tem mais sentido quando os estudantes são transportados para outro mundo, em outra dimensão (McLellan, 2004; Gredler, 2004). Warburton (2009) explora as oportunidades e barreiras do uso do *Second-life*, um sistema em 3D que permite ao usuário embarcar em um mundo virtual, no processo de ensino e aprendizado. O autor conclui que as realidades virtuais são atrativas para a educação, mas que também representam um grande desafio para os educadores (Warburton, 2009). Neste sentido, cabe abrir parêntesis para dizer que os jogos e as simulações também possam auxiliar no processo educacional. Sobre tal questão, Gredler (2004, p. 573) diz ser uma vantagem o uso de simulações, uma vez que se tem a possibilidade de ‘they bridge the gap between the classroom and the real world by providing experience with complex, evolving problems’. Já Johnson, Vilhjálmsen e Marsella (2005) concluem que: “serious games can support learning in a wide range of learners, including those who have little initial motivation to study the subject matter”.

2.4 Inteligência Artificial impulsionando a Educação

John McCarthy, cientista da computação da Stanford University, cunhou o termo Inteligência Artificial (IA) com significado de “the science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs. It is related to the similar task of using computers to understand human intelligence, but AI does not have to confine itself to methods that are biologically observable” (McCarthy, s.d.).

Russell e Norvig (1995), ao descreverem as disciplinas que de alguma forma contribuíram para o aparecimento e desenvolvimento da Inteligência Artificial, listam oito áreas do conhecimento: Filosofia, Matemática, Economia, Neurociência, Psicologia, Engenharia da Computação, Cibernética e Linguística. Cada uma dessas áreas traz um conjunto de ideias,

pontos de vista ou técnicas que se entrelaçam na formação de uma mais ampla e complexa, a Inteligência Artificial (Russell & Norvig, 1995).

Hoje a Inteligência Artificial faz parte do cotidiano dos seres humanos e, ainda que não a notemos, está presente em uma diversidade de máquinas e sistemas computacionais, nos quais as pessoas interagem no seu dia-a-dia, tais como: caixas eletrônicos, guichês de *check-in* em companhias aéreas, sites de internet, entre outros. A Inteligência Artificial também se faz presente quando o assunto é Educação. Um ótimo exemplo é uma simples busca por um livro, que antes era realizada de forma estática em catálogos, hoje é feita em sites que possuem muito desta tecnologia embarcada.

Existem inúmeras abordagens envolvendo o uso de Inteligência Artificial na Educação. A mais tradicional é a abordagem dos *Intelligent Tutoring Systems* (ITS), que são sistemas interdisciplinares que tangenciam Psicologia, Ciência Cognitiva, Inteligência Artificial, Linguística e Antropologia (Holt & Wood, 1990). No campo de estudo da Inteligência Artificial, aplicada aos ITS, encontramos técnicas para tornar tutores inteligentes mais acessíveis aos seres humanos, como por exemplo, auxiliando no processo de geração de dicas automatizadas, o que diminui a quantidade de dados coletados sobre dúvidas de estudantes anteriores necessárias para eficientemente gerar as dicas (Stamper, Barnes & Croy, 2011).

Algumas pesquisas avançam no processo de interação homem-máquina, tal como no diálogo, conversação, reconhecimento e sintetização de voz e comunicação verbal. Graesser, VanLehn, Rosé, Jordan, e Harter (2001) acreditavam que a próxima geração de tutores irá conversar com os estudantes em linguagem natural e, em seu trabalho, discutem três projetos (AutoTutor, ATLAS e WHY2) voltados ao diálogo e à conversação escrita. Litman e Silliman (2004) demonstram o ITSPOKE, um sistema tutor de física onde o estudante digita uma pergunta sobre algum tema e o sistema o conduz a um diálogo falado sobre o tema. Chen, Mostow & Aist (2011) utilizaram um *framework* para aprimorar o reconhecimento automático da fala de estudantes, que estão iniciando o processo de aprendizado de leitura de textos. A motivação dos autores reside no argumento de que a fala é a forma natural de comunicação entre os seres humanos e os tutores inteligentes devem aprimorar essa qualidade, para que tenham um ganho significativo.

Ainda no campo dos ITS, encontramos uma segunda vertente que é a aplicação desses sistemas dentro da sala de aula, no apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Koedinger, Anderson, Hadley, e Mark (1997) mostram o uso em três escolas públicas de Pittsburgh, nos Estados Unidos, de um sistema tutor inteligente de álgebra (PAT). Os autores descrevem que o sistema foi recebido com entusiasmo por estudantes e professores. Como resultado, de um lado, temos um maior engajamento dos estudantes, que passaram a aprender em um laboratório computadorizado, com situações do dia-a-dia. De outro, percebemos um maior tempo livre dos professores para atenção individual às necessidades particulares dos estudantes, uma vez que o sistema responde a grande quantidade de dúvidas genéricas dos usuários.

Arroyo, Royer e Woolf (2011) mostram o uso combinado de um sistema tutor inteligente e treinamento de fluência em Matemática para ganho de *performance* nesta disciplina. Os autores realizaram um experimento onde avaliaram o uso de dois sistemas distintos, um tutor inteligente para Matemática (Wayang), utilizado por todos os estudantes, e um para a fluência na referida disciplina, utilizado apenas por um grupo de tratamento. Os resultados sugerem que houve um aumento na *performance* dos estudantes do grupo de tratamento, tanto em relação ao desempenho nas avaliações como também na velocidade em responder aos enunciados.

Quando a Inteligência Artificial é utilizada dentro da sala de aula, ou até mesmo substituindo esta, surgem questões e dúvidas que precisam ser pensadas no desenvolvimento dos sistemas, para que o resultado da inserção da tecnologia seja positivo para todas as partes do processo. Koedinger e Aleven (2007) trazem a preocupação com o dilema da assistência ao estudante, onde questionam o quanto e como um tutor inteligente deve apontar dicas e soluções a um exercício. Muita assistência pode deixar o estudante preguiçoso, porém a pouca presença dela pode desestimulá-lo do conteúdo de uma determinada tarefa.

Essas questões não são triviais e devem sempre estar presentes na mente de quem desenvolve e utiliza qualquer tipo de tecnologia no processo de ensino e aprendizado. Mas também devem ser avaliadas as melhorias nos níveis de compreensão dos estudantes, utilizando sistemas inteligentes de apoio ao ensino, em relação aos custos de se conseguir isso de outra forma (Hobbs & Judge, 1992). O desdobramento dessa segunda afirmação é a utilização e pesquisas sobre o uso de sistemas inteligentes em diversas áreas do conhecimento, como

forma de se aumentar o nível de entendimento dos estudantes, diminuindo o custo de se fazer isso.

Aleven, McLaren, Roll, e Koedinger (2006) colocam como hipótese em seu trabalho que “um sistema de tutoria inteligente fornece orientações nas habilidades meta-cognitivas que podem ajudar os estudantes a se tornarem melhores estudantes” (p. 101, tradução nossa). No ensino de Economia, por exemplo, esses sistemas são encontrados desde o Ensino Médio até o Ensino Superior, tanto para assuntos básicos como para assuntos mais complexos (Paden & Barr, 1980; Grimes & Willey, 1990; Hobbs & Judge, 1992; Steagall & Mason, 1994).

Outro desdobramento do uso de sistemas inteligentes, no processo de ensino e aprendizado, é a capacidade que tais sistemas possuem para auxiliar o professor ou a instituição que oferece o curso. Dentre as inúmeras possibilidades que o uso destes sistemas inteligentes permite, destacamos a medição do conhecimento do estudante em determinado campo do conhecimento, a avaliação do alinhamento das estratégias do curso com o que realmente está sendo entregue e aprendido, a mensuração do engajamento do estudante nas tarefas propostas, entre outras inúmeras possibilidades que uso desses sistemas inteligentes permite. Como exemplo, Baker, Goldstein e Heffernan (2011) descrevem um sistema que não só avalia o conhecimento que o estudante possui, sobre um determinado assunto, mas também realiza esse diagnóstico momento a momento, enquanto o estudante responde a uma determinada tarefa. Chi, VanLehn, Litman e Jordan (2011) utilizam um sistema inteligente para avaliar táticas pedagógicas inseridas em um tutor computadorizado, concluindo que mesmo com táticas pedagógicas pobres, os estudantes podem aprender, porém com táticas pedagógicas efetivas os estudantes podem aprender ainda mais (Chi et al., 2011).

2.5 As tecnologias aplicadas ao ensino de Contabilidade

O uso de sistemas computacionais na educação contábil é algo que a permeia a literatura há várias décadas e constantemente ocupa um papel de destaque nos mais importantes periódicos da área (Er e Ng, 1989). Borthick e Clark (1987, p. 173) salientam que "computer use in accounting education began in the late 1960s, initially on mainframe computers and later on microcomputers", e o uso de computadores poderia revolucionar o ensino contábil melhorando, desta forma, o processo de ensino-aprendizado, já que reduziria o tempo ou o custo despendido neste processo (Borthick & Clark, 1987). Rebele, Stout e Hassell (1991), em

sua revisão de literatura contábil dos anos de 1985 a 1991, apontam para os pronunciamentos profissionais que destacavam "[the] importance of computer-based skills to the education of future accounting professionals" e as opiniões divergentes a respeito do referido tema. Os artigos analisados pelos autores não demonstram o efeito positivo consistente do uso de *computer-assisted instruction* (CAI) nos cursos de Contabilidade, porém apontam que o uso de microcomputadores foi bem recebido pelos estudantes (Rebele, Stout & Hassell, 1991).

Rebele et al. (1998), em sua revisão da área de tecnologia educacional, localizam e agrupam diversos trabalhos sobre *computer-based learning* em três focos distintos: em primeiro lugar o *computer-aided teaching*; em segundo, o *computer for research*; e, finalmente, em terceiro, o *computer for computing processing*. Apesar da quantidade maior de trabalhos, os autores chamam a atenção para a falta de evidências empíricas que suportem qual a melhor forma de integrar a tecnologia ao currículo contábil e sugerem que os pesquisadores explorem esse campo (Rebele et al., 1998). Uma evidência da pouca exploração empírica pode ser vista em Jensen e Sandlin (1992), onde os autores apontam um aumento na *performance* de estudantes que receberam o material via *course management software* (CMS). No entanto, chamam a atenção para o fato de que devido às situações de pesquisa, os resultados apenas poderiam ser vistos como anedóticos (Jensen & Sandlin, 1992).

Apostolou, Watson, Hassell e Webber (2001) mencionam que "accounting researchers need to address when the use of technology results in more effective and efficient learning" reafirmando as considerações feitas anteriormente por Rebele et al. (1998). Em contribuição, os autores colocam em destaque temas novos, emergentes da época, sobre a tecnologia aplicada à educação contábil. Sangster e Lymer (1998) discutem o uso do *World Wide Web* (www) como base do processo educacional de uma nova era. Um ano antes, Sangster e Mulligan (1997) reportavam o uso de recursos como *e-mail* e *web* em um curso de sistemas contábeis. Bryant e Hunton (2000) realizaram uma pesquisa em tecnologia da educação nas seguintes áreas: "(1) evaluation research; (2) media-comparison studies; (3) intra-media studies; (4) aptitude-treatment interaction studies and; (5) alternative research designs" (p.130) Os autores propuseram um *framework* para auxiliar na escolha da melhor tecnologia a ser inserida no processo educacional, os mesmos concluem que esse framework deve ser tomando com um ponto de partida para escolha de ferramentas de maior sucesso em cada context (Bryant & Hunton, 2000).

Nos anos posteriores, observamos um aumento significativo no número de pesquisas empíricas envolvendo o uso da tecnologia na educação contábil (Watson, Apostolou, Hassell & Webber, 2003). Novos recursos, baseados na *web*, foram apresentados como facilitadores para cursos *online* e cursos presenciais, como o *Blackboard* e o *WebCT*, o que demandou a necessidade de mais pesquisas sobre estes recursos (Watson, Apostolou, Hassell & Webber, 2007). Apostolou, Hassell, Rebele, e Watson, 2010 dividem sua pesquisa em tecnologia da educação em duas áreas distintas, sendo que a primeira corresponde a: "reviews articles about technology that assist or enhance the education process"; e, a outra: "reviews articles about distance education only". Já, Apostolou, Dorminey, Hassell e Watson (2013) ampliam ainda mais essa divisão e revisam os trabalhos, dividindo-os em: tecnologias utilizadas dentro da sala da aula (computadores e *clickers*); tecnologias utilizadas fora da sala de aula (vídeos *online*, WebCT, Blackboard); e, Educação a distância.

No que se refere à Inteligência Artificial aplicada ao ensino da Contabilidade, destacamos a década de 1990, quando inúmeros trabalhos foram publicados sobre o desenvolvimento e uso dos *Expert Systems*, tanto na área de negócios quanto no campo de Educação (Baxter & Thibodeau, 2011; Baldwin-Morgan, Brown & Trinkle, 2006; Baldwin-Morgan, 1995; Sangster & Wilson, 1991; Boer & Livnat, 1990,). Esses trabalhos aparecem como resposta a um *special report* publicado, em 1987, pelo *American Institute of Certified Public Accountants* (AICPA), que propunha a familiarização dos profissionais contábeis aos temas de Inteligência Artificial e *experts systems* (Smith & McDuffie, 1996) emergentes na época.

Behrens e Steinbart (1992) descrevem um programa acadêmico multidisciplinar em Contabilidade, mantido pela University of Memphis, nos Estados Unidos, onde o uso dos *Experts Systems* e de Inteligência Artificial é abordado em dois níveis distintos, sendo que o primeiro dá-se no curso de Mestrado, que tem como propósito o desenvolvimento de habilidades no uso de diversas ferramentas de Inteligência Artificial e do entendimento de como essas ferramentas inserem-se dentro de uma organização; e, o segundo nível, no curso de doutorado, que tem como objetivo preparar os estudantes para conduzirem suas pesquisas por meio desses sistemas, além de avaliar os impactos do uso das mesmas no ambiente educacional (Behrens & Steinbart, 1992).

Brown, Baldwin-Morgan e Sangster (1995) realizam uma ampla pesquisa sobre *Experts Systems*, onde apontam que apesar do uso crescente desses sistemas para auditoria, impostos e

Contabilidade gerencial, muitos contadores ainda não estavam familiarizados com esse assunto. Além disso, comentam que há problemas em relação à abordagem desses conteúdos nos cursos de Contabilidade.

Smith e McDuffie (1996, p. 181) iniciam o artigo questionando até que ponto os *experts systems* podem ser utilizados para apresentar os tópicos em Contabilidade. O trabalho busca compreender como esses sistemas poderiam ser utilizados no ensino da Contabilidade, em assuntos complexos, tal como Contabilidade para combinação de negócios. Os autores concluem que a manipulação dos *expert systems*, na resolução de um problema, pode significar um avanço tanto no entendimento do funcionamento dos *expert systems* como também nos tópicos específicos que estão sendo estudados.

McDuffie e Smith (2006) descrevem um experimento sobre o uso do AUDPORT, um *expert system*, que auxilia no ensino de auditoria, realizado em duas universidades norte-americanas. Experimento este que demonstra um significativo aumento nas notas dos estudantes que utilizaram esse sistema (Apostolou, Hassell, Rebele e Watson, 2010).

Friedman, Rushinek, and Rushinek (2006) descrevem o sistema *Light (Building Block of Accounting – A Managerial Perspective, I See The Light)*, construído com tecnologia emergente, da seguinte maneira: caso único por estudante; Inteligência Artificial modular; retorno imediato 24/7; retornos ilimitados; sem a necessidade de recursos adicionais. Todos estes elementos proporcionam um ganho para o estudante no processo de aprendizagem. Os autores concluem, em seu experimento, que há uma tendência de aumento na integração de recursos computacionais, no processo de ensino-aprendizado, que se deve ao efeito positivo sobre o desempenho dos estudantes (Friedman et al, 2006).

Johnson, Phillips e Chase (2009) descrevem um sistema baseado em Inteligência Artificial que auxilia o estudante no aprendizado do ciclo básico de Contabilidade, mais especificamente, no que se refere às transações contábeis. O sistema utiliza um algoritmo de *model tracing* que compara o que o estudante realiza com uma solução padrão previamente inserida na tarefa, de maneira que o sistema possa identificar o caminho que ele está seguindo e apontar onde e como o mesmo se distancia do caminho padrão. Os autores realizaram um experimento no qual concluem que os estudantes que utilizaram o sistema, por 50 minutos na resolução de tarefas, tiveram um desempenho 27% superior aos estudantes que não o

utilizaram. Eles atribuem o sucesso do sistema ao engajamento do estudante na resolução e compreensão das tarefas realizadas e, atribui esse empenho à dinâmica de *feedback*, que o sistema transmite ao estudante, mostrando em tempo real o caminho seguido: o que está correto, o que está errado e o motivo do erro (Johnson et al., 2009).

Phillips e Johnson (2011) propõe avaliar o impacto de um sistema de lição de casa *on-line* e um sistema de tutoria inteligente em função do aprendizado do estudante. O objetivo não é apenas avaliar um recurso computacional em comparação à lição de casa feita com papel e caneta, mas sim comparar dois sistemas que empiricamente já mostraram resultados positivos (Phillips & Johnson, 2011): um *Online Homework System* (OHS) e um *Intelligent Tutor System* (ITS). Os autores realizaram um quase-experimento envolvendo 139 estudantes divididos em 4 turmas, de um mesmo professor, do ciclo inicial de Contabilidade financeira. Uma turma utilizou um sistema OHS e a outra, um sistema ITS para apoio ao aprendizado. Houve ainda uma turma de controle para cada turma de tratamento. Phillips e Johnson (2011) concluem que os “Results indicated that students’ ability to account for transactions increased over the period of the study, but at a significantly faster rate when students used the ITS rather than the OHS”. Os autores atribuem essa melhor *performance*, observada nos sistemas ITS, a dois fatores inerentes ao sistema: *feedback* detalhado e suporte durante o processo de resolução dos problemas.

2.6 O sistema ALEKS

Assessment and LEarning in Knowledge Spaces is a Web-based, artificially intelligent assessment and learning system. ALEKS uses adaptive questioning to quickly and accurately determine exactly what a student knows and doesn't know in a course. ALEKS then instructs the student on the topics she is most ready to learn. A student who shows a high level of mastery of an ALEKS course will be successful in the actual course she is taking².

Esta definição, apresentada pelos desenvolvedores do sistema, nos permite uma visão geral do ALEKS e dos recursos e funções que o ele se propõe a realizar. O sistema ALEKS é fruto das pesquisas realizadas pelos professores Jean-Paul Doigon e Jean-Claude Falmagne sobre a *Knowledge Space Theory* (KST), pesquisa que foi realizada em duas Universidades Norte

² http://www.aleks.com/about_aleks

Americanas, com apoio financeiro do *National Science Foundation* (NSF)³. O ALEKS, até ocasião da realização do presente trabalho, estava disponível apenas em inglês, sendo que todo vocabulário, terminologia, tarefas, botões de ação, comandos, manuais, vídeos e função de ajuda estão somente disponíveis nesse idioma. O acesso e utilização do sistema requer entendimento básico do idioma inglês. A realização das tarefas em terminologia na língua inglesa pode se configurar um fator impeditivo de acesso ao ALEKS, mas poderá também representar uma grande oportunidade para que os estudantes familiarizem-se com essa terminologia em outro idioma. No decorrer dessa seção será possível explorar esses tópicos, descrevendo seu funcionamento e as principais funcionalidades.

2.6.1 *The Initial assessment*

Quando o estudante ingressa pela primeira vez no sistema, ele é intruído a responder um conjunto de questões, a fim de mapear suas competências prévias no conteúdo da disciplina. As questões são sempre disitintas, cada conjunto de questões é único, e a questão seguinte depende sempre da resposta dada na questão anterior⁴. A Figura 3 mostra um exemplo de uma dessas questões. Inicialmente o sistema informa ao estudante que ele deverá responder entre 15 a 20 questões, porém as perguntas podem não ser repondidas, bastando que o aluno indique a opção *I don't know*. O aluno poderá acompanhar seu progresso na parte superior da tela no item *Assessment Progress*. Respondendo todas as questões ou indicando a opção *I don't know* diversas vezes, na sequência, o *assessment* do aluno é finalizado e ele é apresentado a um gráfico (*pie*), o qual demonstra a sua situação no sistema. O *initial assessment* é fundamental para que o estudante incie os estudos, de modo a aproveitar o seu conhecimento prévio, evitando, desta forma, a repetição de conteúdos que o mesmo já domina os quais são pré-requisitos para o aprendizado de outros. O mapeamento dos conhecimentos prévios utiliza elementos da *knowledge space theory* e Inteligência Artificial para elaborar o *knowledge state* do estudante, no momento inicial. Os recursos de Inteligência Artificial estão presentes na *learning engine* e na *assessment engine* e são responsáveis por traçar o quadro inicial, contendo todas às habilidades do estudante⁵. A Inteligência Artificial também é responsável por avilar à probabilidade de o estudante ter acertado ou errado, independentemente de saber ou não a resposta (“chute”); como, também, tem a função de

³ http://www.aleks.com/about_aleks/research_behind

⁴ http://www.aleks.com/about_aleks/overview#origine (traudção nossa)

⁵ http://www.aleks.com/about_aleks/tour_ai_intro

identificar qual questão deve ser perguntada na sequência, a qual é baseada na resposta da pergunta anterior.

Figura 3 - Initial Assessment

The screenshot shows the ALEKS web interface for an Initial Assessment. The browser address bar displays a secure URL. The ALEKS logo is at the top left, and navigation links like HELP, WORKSHEET, INBOX, REPORT, and OPTIONS are at the top right. A toolbar below the header includes icons for MyPie, Review, Dictionary, Calculator, Assignments, Gradebook, and Calendar. The main content area is titled 'Question #3' and includes an 'Assessment Progress' indicator. The question text states: 'On September 1, Watson Company paid \$11,400 for two years of insurance in advance.' Below this, the 'Required:' section lists two questions: '1. How much will be expensed by the end of the calendar year?' and '2. How much will be in the Prepaid Insurance account at the end of the year, after the adjusting entries have been prepared and posted?'. Input fields for these questions are shown with dollar signs and empty boxes. Below the input fields are buttons for 'Clear', 'Undo', and 'Help'. At the bottom of the question area are 'Next >>' and 'I don't know' buttons. A green '>>' button is located at the bottom right of the interface.

Extraído de <https://secure.aleks.com>

No exemplo de questão da Figura 3, vale destacar que, devido ao uso de um sistema *online*, o estudante possui diversas funcionalidades para o auxílio da resolução da questão, não precisando recorrer aos materiais impressos para realizá-lo. Uma dessas funcionalidades é a calculadora do sistema que permite que o estudante arraste os valores do texto para a calculadora e da calculadora para o texto para poder responder a questão, sem a necessidade de digitar a sequência de números que aparecem. Esta funcionalidade mostra-se importante para diminuir a probabilidade de o estudante errar uma questão devido ao erro nas operações aritméticas e, ainda, propiciar um ambiente mais amigável ao usuário.

O *Initial Assessment* é de caráter compulsório; entretanto, o instrutor pode parametrizar o sistema de forma que o estudante possa não realizar este *Assessment*. Dessa forma, o estudante, quando acessar o sistema pela primeira vez, visualizará a mesma inicial, porém haverá a opção de pular o exame. Se o estudante pular o *assessment*, o sistema utilizará a

premissa de que o estudante não possui nenhum conhecimento prévio sobre o conteúdo, como se ele não tivesse acertado nenhuma questão.

2.6.2 Gráfico das habilidades - *Pie*

Uma das ferramentas visuais do sistema ALEKS é o Gráfico de habilidades ou *MyPie* como é demoninado no sistema. Ele possibilita que o estudante tenha um panorama geral de todos os itens que compõem o curso e também de sua situação em relação a cada um dos itens. A Figura 4 mostra esse Gráfico para um estudante que acabou de realizar o *initial assessment*. O Gráfico mostra a distribuição dos conteúdos (fatias do gráfico) que compõem o curso completo. No exemplo da Figura 4 são 7 conteúdos distintos, sendo eles: *Basic Terminology*, *Basic Transactions and Financial Statements*, *Journal Entries*, *Adjusting Entries*, *Closing Process and Financial Statements*, *Merchandising Accounting* e *Advanced review topics*. Cada um desses conteúdos possui uma quantidade de tópicos que o estudante deva possuir ao término do uso do sistema.

Figura 4 - Gráfico de habilidades (PIE)

Extraído de <https://secure.aleks.com>

Visualmente o estudante percebe o seu desempenho, em cada conteúdo, pela diferença da tonalidade de cores em cada uma das fatias, sendo a coloração escura o representativo das habilidades que ele domina, ou pela numeração de conteúdos, em relação ao total, mostrados entre parênteses ao lado do nome de cada fatia do gráfico. É possível visualizar, acima do gráfico, a quantidade de tópicos que o estudante tem proficiência em relação ao total do curso. Quando o estudante seleciona alguma área do gráfico, os tópicos, que ainda não foram totalmente aprendidos, aparecem disponíveis para que eles possam realizar as atividades previstas para aquele item. Se houver algum pré-requisito, ainda não cumprido, os tópicos ficam indisponíveis até que o estudante cumpra os pré-requisitos e volte até aquela parte do gráfico.

2.6.3 Utilizando o sistema

Ao acessar o sistema, depois do acesso inicial, o estudante é conduzido ao gráfico de habilidades, como tela inicial ou ponto de partida, para o uso das funcionalidades do sistema. Como discutido anteriormente, o gráfico de habilidades pode ser utilizado para a realização de algumas atividades. Entretanto, para acessar os *Tests*, *Quizzes* e *Homeworks*, parametrizados pelo instrutor e aderente ao material de aula e livro didático, o estudante deve utilizar a opção de *Assignments*. A Figura 5 mostra a tela com os *Assignments* designados pelo instrutor e o estudante terá acesso à lista completa das atividades, podendo visualizar o tipo de tarefa (*Test*, *Quiz*, *Homework* ou *Assessment*), o tempo limite para a execução da tarefa, o número de vezes que ele poderá realizar cada uma das tarefas e as datas de início e fim da disponibilidade de cada uma delas.

Os *Tests* e *Quizzes* são atividades mais rápidas e simples em relação aos *Homeworks*. Trata-se, geralmente, de um conjunto de pequenas atividades voltadas para fixar algum conteúdo. No ensino de Contabilidade, essas atividades estão relacionadas à nomenclatura contábil e estrutura patrimonial. A diferença fundamental entre *Test* e *Quiz* é a possibilidade de parar um *Test* durante seu curso e retomá-lo depois, algo que não é possível no *Quiz*. *Homework* é uma atividade mais complexa e demanda de mais tempo e atenção para ser realizada. No ensino de Contabilidade, esse tipo de tarefa está direcionado à contabilização dos eventos econômicos, encerramento de demonstrações financeiras, cálculos específicos como apropriação de juros e depreciação. Assim como o *Test*, o *Homework* também pode ser

interrompido e salvo para continuidade em outro momento, sem prejuízo para a nota do estudante.

Figura 5 - Assignments

Choose an assignment to complete.
Click on "Done" to return to Learning Mode.

Assignments | Assignment Results

Show: All Assignment Types

Name	Type	Time Limit	Times Taken	Start Date/Time	Due Date/Time
Assessment	Assessment	unlimited	0 of 1	09/23/2013 1:04 PM	09/11/2014 1:12 PM
Homework - Adjusting Entries	Homework	unlimited	0 of 1	09/23/2013 1:10 PM	09/11/2014 1:12 PM
Homework - Closing Process F.S.	Homework	unlimited	0 of 1	02/28/2013 1:11 PM	09/11/2014 1:12 PM
Homework - Financial Statements	Homework	unlimited	0 of 1	09/23/2013 1:07 PM	09/11/2014 1:12 PM
Homework - Journal Entries	Homework	unlimited	0 of 1	09/23/2013 1:09 PM	09/11/2014 1:12 PM
Homework - Merchandising Accounting	Homework	unlimited	0 of 1	09/30/2013 1:12 PM	09/11/2014 1:12 PM
Homework 1	Homework	unlimited	0 of 1	08/05/2014 1:12 PM	09/11/2014 1:12 PM
Quiz 1	Quiz	unlimited	0 of 1	01/01/2014 1:02 PM	09/11/2014 1:12 PM
Quiz 2	Quiz	unlimited	0 of 1	01/01/2014 1:02 PM	09/11/2014 1:12 PM
TEST 1	Test	unlimited	0 of 1	01/01/2014 1:02 PM	09/11/2014 1:12 PM
Test 2	Test	unlimited	0 of 1	01/01/2014 1:02 PM	09/11/2014 1:12 PM

Extraído de <https://secure.aleks.com>

Os *Assessment* são questões que o instrutor programa para mapear o desenvolvimento do estudante. O formato e a utilidade do *Assessment* são os mesmos do *Initial Assessment*, a diferença está no fato de que o primeiro *Assessment*, no início do curso é realizado de forma automática pelo sistema e, geralmente, compulsório, enquanto que os *Assessments* posteriores são programados pelo instrutor e sua obrigatoriedade depende do planejamento das atividades para o curso.

Ainda na tela de *Assignments* o estudante encontra a aba para *os Assignments Results*, onde poderá ver os resultados de todas as atividades concluídas. O estudante conta, ainda, com um *Gradebook* onde poderá encontrar seus *scores* totais e individuais para cada uma das atividades, além do *Calendar* onde encontrará todas as atividades demonstradas pelo dia de disponibilização e data final para encerramento. A qualquer momento o estudante pode

retornar a página inicial do Gráfico de habilidades (*MyPie*) e verificar a sua evolução por meio desta ferramenta.

2.6.4 A visão do Instrutor

O ALEKS conta com uma *dashboard*, onde o intrutor pode facilmente navegar e acessar todas as turmas e cursos os quais está responsável e, ainda, acessar todas as ferramentas que utilizará em cada uma das turmas e em cada curso. A Figura 6 mostra a uma tela do instrutor, contendo informações sobre o desempenho geral de cada um dos estudantes.

Figura 6 - Visão do Instrutor

Extraído de: <https://secure.aleks.com>

Entre as ferramentas disponíveis, podemos destacar alguns tipos: (a) Ferramentas administrativas: são ferramentas utilizadas para visualizar os dados dos estudantes, efetuar procedimentos de transição de estudantes entre cursos e excluir algum estudante; (b) Ferramentas de conteúdo: são as funcionalidades que permitem ao instrutor adicionar, editar e remover os *assignments* que deverão ser realizados pelos alunos; (c) Ferramentas de mensagens: Fóruns e *e-mails* que possibilitam a troca de informações entre instrutores e estudantes; (d) Ferramentas de apoio: formadas por itens externos ao sistema (vídeos, *plugins*, arquivos); e (e) Ferramentas de relatórios: compostas por uma diversidade de relatórios sobre o desempenho do estudante, além de dados sobre acesso e uso dos sistemas e suas funcionalidades. O sistema possibilita ao instrutor um acompanhamento personalizado ao estudante, uma vez que, traçando o *knowledge state*, por meio da primeira avaliação, o sistema indica ao estudante quais tópicos o mesmo deve buscar reforço e quais ele está apto para aprender na sequência. Com essa informação, o instrutor poderá direcionar a quantidade e o tipo de tarefas que serão mais interessantes para cada um dos conteúdos e o estudante estará exposto a um maior número de tarefas sobre os tópicos que ainda não possui pleno domínio e uma menor quantidade relacionada aos conteúdos que já tenha adquirido habilidade suficiente. A tutoria também ocorre quando o estudante responde a uma tarefa e o sistema dá-lhe um retorno quase em tempo real sobre o que está correto e o que está errado.

2.6.5 A Inteligência Artificial no ALEKS

Conforme discutido anteriormente, o sistema ALEKS é fruto de pesquisas sobre a *knowledge space theory*. Os desenvolvedores do sistema asseguram que essa teoria proporcionou uma base matemática sólida para a criação de um sistema inteligente. Como os próprios desenvolvedores dizem que o “ALEKS “knows,” at each moment, with respect to each individual topic, whether each individual student has mastered that topic. If not, ALEKS knows whether she is ready to learn the topic at that moment”⁶. Essa afirmação, utilizada como suporte para a utilização de Inteligência Artificial pelo sistema, não deve ser tomada como verdade absoluta sem a apresentação de alguma evidência ou dado adicional sobre os algoritmos de Inteligência Artificial utilizados. Como o *software* possui código fechado, apresentamos abaixo algumas evidências que buscam apoiar a premissa adotada neste trabalho de que: o sistema ALEKS é inteligente, ou seja, é baseado em algoritmos de Inteligência Artificial. Inicialmente devemos considerar os diversos estudos e publicações

⁶ http://www.aleks.com/about_aleks/tour_ai_intro

contendo a *Knowledge Space Theory* (KST) relacionada à *Intelligent Tutoring Systems* (ITS) e *Computer-Aided Instruction* (CAI), como base da criação de algoritmos de mapeamento do conhecimento do estudante. Dentre eles, podemos mencionar, nesse trabalho alguns nomes relevantes para o assunto. O primeiro é Villano (1992) que relaciona KST e *Bayesian Belief Networks* (BBN) para a construção de um ITS. Depois, contamos com Harp, S. A., Samad, T., & Villano (1995) que descrevem uma aplicação com redes neurais e KST onde o “student models are developed using a neural network learning algorithm from existing test datasets” (p. 736). Dowling, Hockemeyer e Ludwig (1996) sugerem métodos de melhoria em um algoritmo adaptativo para assessment e implementação de um “multi-plataform tutoring shell” (p. 578). Também se tem em consideração o trabalho de Peirce, Conlan, e Wade (2008), onde apresentam e discutem um jogo adaptativo ELEKTRA, que utiliza a KST na implementação de inteligência artificial. Outro aspecto que devemos considerar é a possível presença de alguns algoritmos de Inteligência Artificial no sistema ALEKS. Koedinger e Aleven (2007) afirmam que “the tutoring intelligence comes from two algorithms called model tracing and knowledge tracing” (p. 248). Johnson, Phillips e Chase (2009) apontam que no *model tracing*:

At each step of a student’s response, the tutor assesses whether the student has invoked the same production rule as that applied by the tutor. This tracing of steps enables the tutor to provide confirmatory feedback, corrective feedback, or hints, which most intelligent tutoring systems provide upon the student’s request (p. 32),

Sobre o *knowledge model*, Koedinger e Aleven (2007) asseguram que:

Is used to estimate how well an individual student has mastered each key production rule. The results of knowledge tracing are used to determine (a) the selection of problems relevant to individual student needs and (b) when the student has mastered the all the knowledge components, the concepts and skills, in a curriculum unit intelligence comes from two algorithms called model tracing and knowledge tracing (p. 248).

Conforme demonstrado anteriormente, uma das funcionalidades do sistema ALEKS é o mapeamento do conhecimento do estudante, que informa quais itens o mesmo possui proficiência e quais os itens que ele está apto a aprender na sequência. Esses itens são próprios da KST, mas também são aderentes ao *knowledge model*, conforme demonstrado

acima. Outra funcionalidade do sistema ALEKS é o retorno sobre o desempenho do estudante e a apresentação de dicas e ajuda na resolução dos problemas. Essa funcionalidade do sistema pode é totalmente aderente ao algoritmo de *model tracing*, conforme descrito acima. A existência de itens aderentes a esses dois algoritmos (*model tracing* e *knowledge model*) não prova, mas sugere fortemente que implementação de algum deles no sistema ALEKS, dando ao sistema a denominação de sistema inteligente.

2.7 Estudos anteriores

Baxter e Thibodeau (2011, p. 650) mostram que grande parte dos estudos sobre a utilização do sistema ALEKS concentram-se nas áreas da Matemática e Estatística. Para esses segmentos, os autores citam os trabalhos de Hagerty e Smith (2005), Callahan *et al.* (2008), Hampikian *et al.* (2006) e Bullock *et al.* (2009), que encontram resultados positivos no uso do sistema como apoio nos cursos de graduação. No ensino de Contabilidade, até o momento da realização dessa pesquisa, existiam apenas dois estudos sobre a utilização do sistema ALEKS como auxílio ao processo de ensino e aprendizado; e, apenas um deles foi realizado e publicado com rigor científico, para suportar os resultados dos estudos. Para o presente trabalho, destacamos apenas este estudo realizado em 2011 por Ryan J. Baxter e Jay C. Thibodeau, o qual foi publicado na revista *Issues in Accounting Education*, desconsiderando os demais.

Baxter e Thibodeau (2011) realizam um “quase-experimento”, onde comparaam um grupo de estudantes utilizando o sistema ALEKS, como apoio ao aprendizado (grupo experimental), a um grupo de estudantes do período anterior (grupo de controle), que não tiveram acesso ao sistema. O curso foi o primeiro que os estudantes fizeram na área de Contabilidade. Além disso, faz-se necessário expor que todo o conteúdo ministrado, bem como o material utilizado e o professor da disciplina, foi o mesmo para ambos os grupos. A única diferença entre o grupo experimental e o grupo de controle foi à utilização do *software* como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem.

O quase-experimento foi conduzido entre o outono de 2005 e a primavera de 2006, em uma universidade dos Estados Unidos. O grupo de controle contou com a participação de 69 estudantes, divididos em duas turmas: uma com 35 e outra com 34. O grupo experimental teve com uma única turma de 34 estudantes, porém 4 foram retirados da amostra por utilizarem o sistema em tempo abaixo do delimitado para a pesquisa, o que deixou o grupo experimental

com 30 estudantes. A divisão de gênero era de aproximadamente 52% de homens para o grupo de controle e aproximadamente 53% para o grupo experimental. Todos os estudantes foram submetidos aos exames, no meio e no final do curso, sendo que os testes foram idênticos para todas as turmas, tanto para o grupo experimental quanto para o de controle. As hipóteses levantadas pelos autores no trabalho foram:

- H1:** Students who use the software, as compared to students who do not, will perform better on examinations that test for the knowledge content studied within the software.
- H2:** Students who complete more of the software's problem types and learning objectives will perform better on examinations that test for the knowledge content studied within the software. (Baxter & Thibodeau, 2011, p. 651)

Os resultados mostraram maiores notas no exame final para os estudantes que utilizaram o *software*, indicando um efeito positivo sobre o aprendizado dos mesmos. Baxter e Thibodeau (2011) realizaram o teste de *Wilcoxon rank-sum* e demonstram o efeito suportando a hipótese H1 ao mencionarem que “for a one-tailed test, the z-statistic was about 1.76 (U=803.5), giving a pvalue of about 0.039” (p. 652) e “for a one-tailed test, the z-statistic was approximately 1.23 (U=873.5) giving a p-value of about 0.11” (p. 653). Para suportar a hipótese H2, os autores afirmam que “there was a significant, positive, linear (Pearson) correlation between the score on the first midterm and essentially any measure of progress in the software” (p. 653). Apesar de não realizado no texto, calculamos o *Effect Size* do experimento e foi possível chegar aos valores de $ES = 0.38$ para o *First Midterm Examination Score* e $ES = 0.28$ para o *Final Examination Score*, indicando que os resultados apresentados, como suporte para a hipótese H1, podem ter um alcance reduzido ou limitado. Outra descoberta foi a significante diminuição das horas de tutoria (extraclasse) demandadas pelos estudantes do grupo experimental (Baxter & Thibodeau, 2011).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta parte do trabalho são descritos os tópicos relativos à pesquisa empírica que foi desenvolvida, durante o primeiro semestre de 2014, no curso de Bacharelado em Ciências Contábeis da Universidade de São Paulo. A pesquisa foi conduzida junto à disciplina de Contabilidade Introdutória (EAC0106), nos períodos diurno e noturno, contando com o apoio dos desenvolvedores do Sistema ALEKS, do Departamento de Contabilidade e Atuária (EAC) e a participação dos alunos e professores da mencionada disciplina. Os alunos receberam acesso ao sistema, de forma complementar à disciplina presencial; e, como forma de bonificação, receberam pontuação adicional na média final. A participação foi voluntária e não houve prejuízo, na disciplina, àqueles que não participaram do processo. Nos próximos tópicos os procedimentos relacionados a esta pesquisa serão explorados de forma mais ampla. Inicialmente será apresentado o delineamento do experimental, na sequência serão discutidas a seleção da população e a definição da amostra. Posteriormente, serão apresentadas as etapas da realização do experimento e, por fim, os itens de ameaça à validade interna e externa da pesquisa.

3.1 O Desenho experimental

Para resposta aos objetivos formulados, assim como para o teste das hipóteses estabelecidas, foi realizado um quase-experimento, entre os grupos, no formato denominado por Campbell (1957), o “*Pretest-Posttest Control Group Design*” (p. 300). A escolha por um quase-experimento, em detrimento a um experimento, está relacionada à seleção da amostra e a impossibilidade de escolha aleatória ou randomizada dos indivíduos expostos, ou não, ao ambiente experimental. Sobre a diferença entre os dois métodos, Reichardt and Mark (1998) salientam que:

The difference between these two design types is that in a randomized experiment, a random process determines who receives the treatment and who receives the non-treatment or alternative treatment condition, whereas in a quase-experiment, assignment to treatment conditions is determined nonrandomly (p. 193).

No delineamento experimental de Pré-teste, Pós-teste com Grupo de Controle, selecionamos dois grupos (A): um experimental e outro de controle. Os grupos passaram por avaliações ou

medições no início (O_1), e ao final do processo (O_2). Entretanto, o grupo experimental recebeu a interferência de um tratamento (X) entre a avaliação inicial e a avaliação final. A figura 1 ilustra este modelo de delineamento.

Figura 1 - Delineamento experimental

Fonte: Campbell and Stanley (1979, p. 26)

O uso de dois grupos auxilia na confiabilidade dos resultados obtidos, ao medir o efeito de um tratamento em comparação a um grupo diferente (Bickman, Rog & Hedrick, 1998). Em um delineamento sem grupo de controle, as explicações sobre as mudanças ocorridas entre o pré-teste e pós-teste teriam diversas hipóteses rivais plausíveis, tais como a história e a maturação da amostra, sem que o tratamento experimental aplicado realizasse algum efeito (Campbell, 1979). Sobre a importância de um grupo de controle, Gall, Borg e Gall (2007) afirmam que:

The goal is to keep the experiences of the experimental and control groups as identical as possible, except that the experimental group is exposed to experimental treatment. If extraneous variables have brought about changes between the pretest and posttest, these will be reflected in the scores of the control group. Thus, the posttest change of the experimental group beyond the change that occurred in the control group can be safely attributed to the experimental treatment (p. 405).

A aleatoriedade da seleção da amostra auxilia na remoção de vieses da formação (Campbell, 1979); entretanto, não garante a remoção das diferenças entre as mesmas, que continuaram presentes em todo o experimento (Bickman, Rog & Hedrick, 1998). Para remover essa disparidade, utilizamos o pré-teste (O_1), para os grupos selecionados, que auxilia no mapeamento do estado inicial das amostras, possibilitando ao pesquisador inferir a real alteração entre o início e o final do experimento. Reichardt and Mark (1998) descrevem quatro significativas vantagens no uso do pré-teste no delineamento de uma pesquisa:

1. Pré-testes podem aumentar o poder e precisão das análises, com mais benefício quanto maior o valor absoluto da correlação entre o pré-teste e o pós-teste.
2. Escolha aleatória nem sempre é fácil de programar e às vezes é corrompida (Boruch & Wothke, 1985; Braucht & Reichardt, 1993; Conner, 1977), e pré-testes podem auxiliar o pesquisador a avaliar a probabilidade de a seleção aleatória ter sido comprometida e o dano causado.
3. Diferentes desgastes entre grupo de tratamento podem introduzir viés no experimento aleatório, e o pré-teste podem permitir ao pesquisador abordar esse viés.
4. O efeito do tratamento pode variar ao entre indivíduos com características diferentes, e a inclusão de um ou mais pré-testes permite ao pesquisador estimar o tamanho dessa interação do tratamento com as características individuais (p. 211-212, tradução nossa).

O presente experimento foi realizado com estudantes ingressantes no curso de Ciências Contábeis, tendo, alguns deles, acesso ao *software* de apoio à aprendizagem (ALEKS). O uso do sistema foi o tratamento aplicado ao grupo experimental, o qual teve como propósito auxiliá-los no aprendizado de alguns itens do Curso de Contabilidade Introdutória (EAC0106), tais como: terminologia básica contábil, transações contábeis básicas, relatórios e encerramento da Contabilidade mercantil. Por estar instanciado em ambiente *web*, o sistema pôde ser utilizado de qualquer lugar e em qualquer horário, não sendo necessária a permanência do estudante na Universidade para esse fim.

O uso do sistema foi feito durante o primeiro semestre de 2014, mais especificamente entre os meses de Março, Abril, Maio e Junho de 2014, com o objetivo de produzir algum efeito positivo no aprendizado dos tópicos relacionados à disciplina presencial. O efeito era esperado tanto em relação aos seus próprios conhecimentos – antes e depois do acesso –, quanto em relação ao grupo de estudantes que não receberam este tratamento. No início do curso, todos os alunos realizaram uma avaliação para medir o conhecimento prévio de cada um. Ao término do curso, os alunos foram submetidos ao exame final: uma avaliação para aferição do grau de domínio sobre os tópicos aos quais foram expostos durante o semestre. Nos próximos itens, os procedimentos de amostragem e da condução do experimento serão detalhados.

3.2 População e amostra

Para que os dados coletados e os resultados obtidos pudessem ser confiáveis, e ainda, para que futuras pesquisas pudessem replicar o experimento, a seleção da população e da amostra de participantes deveria incluir 4 critérios, utilizados por Permut, Michael and Joseph (1976), em seu trabalho científico, onde analisaram 470 amostras de 356 artigos publicados no período de 10 anos *no Journal of Marketing Research*, sendo eles: “(1) intended sample universe, (2) selection procedure, (3) sample frame, and (4) completion rate obtained” (p. 279). Estes mesmos critérios são revisados por Gall, Borg and Gall (2007), em seu capítulo sobre a seleção de amostras, de forma ampliada, conforme exposto abaixo:

1. Clear description of the *population* to which the results are to be generalized should be given.
2. The *sampling procedure* should be specified in sufficient detail that another investigator would be able to replicate the procedure. The details should include, at a minimum, (a) the type of sample (simple random, stratified random, convenience, etc.); (b) sample size; and (c) geographic area. Depending on the study, other descriptive data (e.g. gender, age, grade level, socioeconomic status) also should be included.
3. The *sampling frame*, that is, the list, indexes, or other population records from which the sample was selected, should be identified.
4. The *completion rate*, which is the proportion of the sample that participated as intended in all of the research procedures, should be given.

A identificação da população e a seleção da amostra são itens de extrema importância na condução de um experimento científico. Gall, Borg e Gall (2007) afirmam que “the first step in sampling is to define the target population” (p. 167). Essa **população alvo** representa todo o universo em que os resultados da pesquisa poderão ser generalizados. Henry (1998) evidencia que “researchers would like to be able to speak about entire populations of interest” (p. 101). Todavia, inúmeras questões – tais como tempo hábil para execução, custos envolvidos, disponibilidade de acesso, distância geográfica, entre tantas outras –, direcionam o pesquisador ao uso de uma **população acessível**, com indivíduos e locais que realmente poderiam ser acessados e pesquisados (Henry, 1998; Gall, Borg & Gall, 2007). Encontrada a população, o passo seguinte é a definição da **amostra**, ou seja, a determinação da quantidade de indivíduos que irão realmente participar do experimento de onde os dados serão coletados para as análises e composições dos resultados. A amostra pode ser selecionada de forma aleatória, onde cada um dos indivíduos da população acessível terá a mesma probabilidade de

ser selecionado ou de forma não aleatória, onde os indivíduos serão selecionados com base em algum critério específico (Henry, 1998).

O tamanho da amostra irá impactar diretamente nos resultados, pois está relacionada aos itens de validade e poder estatístico da pesquisa. Lipsey (1998) define poder estatístico por “the probability $(1 - \beta)$ that statistical significance will be attained *given* that there really is an intervention effect” (p. 40). Slavin e Smith (2009) mencionam que “estudos com pequenas amostras tendem a ter o tamanho do efeito positivo em relação aos estudos com grandes amostras” (p. 500, tradução nossa). Porém, a generalização dos resultados tem maior peso quando se utiliza amostras maiores. Estudos com amostras pequenas podem ser de grande valia em estágios primários da pesquisa em um determinado programa (Slavin & Smith, 2009), tal como é a proposta do presente estudo.

No presente estudo, a **população alvo** é composta por todos os estudantes ingressantes, no primeiro semestre, dos cursos de Bacharelado em Ciências Contábeis de instituições públicas ou privadas do Brasil, o que representa um universo com mais de 40 mil estudantes⁷ espalhados por 1299 instituições em todo o Brasil. Acessar essa população, para realizar o procedimento amostral, dependeria de tempo e recursos financeiros incompatíveis com o propósito e extensão desta pesquisa. A **população acessível** foi delimitada por alunos do curso de Bacharelado em Ciências Contábeis da Universidade de São Paulo. Ainda que, geograficamente possível, o acesso a estudantes de outras instituições, públicas ou particulares, foi desencorajado pelo desenho experimental, que exigia o apoio dos professores e das instituições onde o sistema seria utilizado. Outro fator impeditivo foram as licenças para acesso ao sistema ALEKS, cedidas gratuitamente pelo desenvolvedor do *software* para o uso nesta pesquisa na Universidade de São Paulo.

O acesso a essa população foi possível devido ao amplo apoio da Chefia do Departamento de Contabilidade e Atuária (EAC) da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da Universidade de São Paulo (USP), em conjunto com os professores que ministraram a disciplina de Contabilidade Introdutória (EAC0106), no primeiro semestre de 2014.

⁷ Fonte: Enade 2009

A seleção da amostra foi não aleatória e os indivíduos selecionados por conveniência. Henry (1998) afirma que “uma amostra por conveniência consiste em um grupo de indivíduos que estão prontamente disponíveis para participar em um estudo” (p. 105, tradução nossa). A **amostra** total foi composta por um grupo de 334 estudantes ingressantes, no primeiro semestre do curso de graduação, em Ciências Contábeis da Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP) que cursaram ou estavam cursando a disciplina de Contabilidade Introdutória (EAC0106). Estes estudantes foram divididos em 6 turmas, sendo duas no período diurno e quatro no período noturno, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição das Turmas

Código	Ano	Período	Número de Estudantes	Número de homens	Número de mulheres
EAC0106_2013101	2013	Diurno	51	25	26
EAC0106_2013121	2013	Noturno	56	37	19
EAC0106_2013122	2013	Noturno	55	34	21
EAC0106_2014101	2014	Diurno	58	39	19
EAC0106_2014121	2014	Noturno	58	35	23
EAC0106_2014122	2014	Noturno	56	39	17
TOTAIS			334	209	125

Fonte: Elaboração Própria

Do total dos estudantes, 67% cursaram a disciplina no período noturno e 37% eram do sexo feminino. No ano de 2013, 162 cursaram essa disciplina no primeiro semestre, sendo 31% no período diurno. Dos 172 estudantes, que cursaram a disciplina primeiro semestre de 2014, 34% eram do período diurno e 66% eram do sexo masculino. Anualmente as turmas são formadas com 50 alunos no período diurno, em uma única turma; e, 100 alunos no período noturno, divididos em duas turmas. A alocação entre período Diurno ou Noturno é feita de acordo com a opção que cada estudante escolheu para a carreira e também em função da colocação de cada um no exame vestibular. A divisão entre as turmas, do período noturno, é realizada pela primeira letra do nome de cada aluno, de forma que as turmas possuam aproximadamente a mesma quantidade de alunos. Apesar de serem oferecidas apenas 150 vagas por ano, podemos observar que a quantidade de alunos é superior a este número. Isso se deve a existência de alunos matriculados na disciplina sem terem prestado o exame vestibular.

São alunos que já possuem outra graduação, que realizaram processo interno de ingresso ou alunos que reprovaram anteriormente na disciplina e estão cursando-a pela segunda vez. A grade curricular dos estudantes é a mesma para os períodos diurno e noturno e todos os ingressantes devem cursar a disciplina Contabilidade Introdutória (EAC0106) no primeiro semestre como pré-requisito às demais disciplinas da área de concentração.

Os achados da amostra poderão ser generalizados para a população acessível devido à procedência e a formação dos docentes presentes nas instituições públicas (Universidades Estaduais e Federais) da Região Sudoeste. Até meados da década de 2000 existia um único curso de Doutorado, em Contabilidade, no departamento onde a amostra foi selecionada. Diante disto, podemos afirmar que a grande maioria dos doutores alocados nos departamentos da população acessível frequentou os mesmos bancos escolares em seus doutoramentos, de tal forma que se pode esperar grande similaridade no ensino de Contabilidade nestes departamentos.

3.3 Condução do experimento

Neste item serão explorados os passos seguidos na elaboração e condução da presente pesquisa. Os acontecimentos serão descritos em ordem cronológica, iniciando pelos primeiros contatos estabelecidos com o desenvolvedor do sistema ALEKS, em Fevereiro de 2013, passando pelas etapas de alinhamento do experimento, junto aos professores da disciplina e ao Departamento de Contabilidade e Atuária (EAC), o teste piloto, a parametrização do sistema, o uso do sistema, durante a disciplina e, por fim, a pesquisa de satisfação sobre a utilização do ALEKS, realizada juntos aos estudantes da disciplina de Contabilidade Introdutória. Esperamos, com estes itens, descrever claramente o protocolo utilizado, aqui, o que possibilitará que outros pesquisadores possam analisar, criticar e replicar o presente estudo com a segurança necessária em relação aos passos aqui adotados (Henry, 1998; Reichardt and Mark, 1998; Gall, Borg & Gall, 2007).

3.3.1 ALEKS Corporation e o Departamento de Contabilidade e Atuária

O primeiro contato com o sistema ALEKS foi realizado, em fevereiro de 2013, por meio de uma troca de *e-mails* com a Sra. Kathy Chang, assistente executiva da ALEKS Corporation. Nesta ocasião, fomos apresentados ao Sr. Sam Hussey e, desta data em diante, ele foi o nosso

principal contato com a empresa e apoiador no desenvolvimento desta pesquisa. No dia 05 de março de 2013, o Sr. Sam Hussey realizou uma apresentação (via *WebEx*), onde foi possível visualizar o Sistema ALEKS, suas origens, os principais recursos e ferramentas. Como fruto dessa reunião, tivemos acesso aos materiais de apoio do sistema (Manual do estudante e Material do instrutor) e também ao artigo escrito por Ryan J. Baxter e Jay C. Thibodeau sobre o uso do ALEKS, em uma universidade estadunidense.

Em junho de 2013 foi disponibilizado, pelo Sr. Sam Hussey, um acesso de instrutor ao sistema, válido até outubro de 2014, com dois cursos cadastrados, *Accounting Cycle* e *Financial Accounting*, com a finalidade de explorar as funcionalidades do ALEKS. O curso *Accounting Cycle* contava com 63 itens, divididos entre os seguintes módulos: *Basic Terminology*; *Basic Transactions and Financial Statements*; *Journal Entries*; *Adjusting Entries*; *Closing Process and Financial Statements*; *Merchandising Accounting*; e *Advanced review topics*. O curso de *Financial Accounting* contava com 215 tópicos, divididos da seguinte forma: *Accounting Cycle*; *Cash and Cash Equivalent*; *Merchandising and Inventory*; *Receivables*; *Property, Plant, and Equipment*; *Current Liabilities, Payroll, Warranties, and Discounted Notes*; *Partnerships*; *Corporate Balance Sheet, Income Statement, and Analysis*; *Bonds e Investments, and Cash Flow*.

O acesso de instrutor permite parametrizar os cursos, acessar os *tests*, *quizzes* e *homeworks* e, ainda, visualizar os tópicos disponíveis para cada uma das atividades. Existe ainda a possibilidade de *Student View* uma alternativa de visualizar as tarefas da maneira como o estudante irá enxergá-las. Na ocasião desse acesso, não foi possível utilizar os relatórios de acesso do sistema, utilização e desempenho nas tarefas, pois essas informações são gravadas somente quando o estudante, devidamente registrado, acessa e responde às tarefas de algum curso. O acesso como estudante só pode ser realizado mediante aquisição de licença de permissão, o que representa um custo mensal de US\$ 19.95 para cada um, por curso.

Entre os meses de setembro a dezembro de 2013 foram realizadas diversas conversas e reuniões no Departamento de Contabilidade e Atuária (EAC), da Universidade de São Paulo (USP), para que os professores e a chefia do departamento pudessem se informar sobre o sistema e avaliar a possibilidade de utilização durante o primeiro semestre de 2014. Nesse mesmo período, houve uma conversa (via *skype*) entre os professores, a chefia do EAC e o Sr. Sam Hussey sobre a utilização do sistema no curso de graduação. Após essas conversas, e

com intuito de apoio a presente pesquisa, os professores e a chefia do EAC aceitaram o uso do sistema ALEKS, em conjunto com a disciplina. No desenho inicial do experimento, estava previsto que 40 estudantes receberiam acesso ao sistema ALEKS para o uso, no decorrer a disciplina. Como material de apoio, seria utilizada a sétima edição da obra *Financial Accounting* de Robert Libby, Patricia Libby e Daniel G Short, livro texto sobre Contabilidade Societária, em língua inglesa. O desempenho dos estudantes, que utilizassem o sistema, seria comparado ao rendimento dos estudantes sem acesso ao ALEKS. Pela participação na pesquisa, os estudantes receberiam a bonificação até 1,0 ponto adicional, o que correspondia a 10% da média final da disciplina, dependendo da quantidade de horas e itens realizados no sistema. Essa bonificação era válida apenas para os estudantes que tivessem alcançado média 5,0 sem o cômputo da nota do uso do sistema. Esta gratificação foi mantida por todo o semestre para a turma do período diurno, porém para as turmas do período noturno, em maio de 2014, foi aumentada para 2,0 pontos como forma de incentivo aos estudantes no acesso e uso do sistema.

Inicialmente prevíamos uma população acessível de 150 pessoas de onde seria retirada uma amostra aleatória de 40 indivíduos. A limitação da população e amostra davam-se pela crença de contarmos com uma quantidade restrita de licenças para uso nesta pesquisa. Entretanto, em abril de 2014 foram cedidas pela ALEKS Corporation, por intermédio do Sr. Sam Hussey, 148 licenças para o uso nessa pesquisa, a ser realizada no Departamento de Contabilidade da Universidade de São Paulo. Desta forma, a pesquisa pode ser estendida a todos os estudantes ingressantes no ano de 2014, no período diurno e noturno. As licenças foram cedidas sem nenhum custo para os estudantes e/ou departamento, mas é possível estimar que seu valor seja em aproximadamente US\$ 15 mil.

Em janeiro de 2014, foi realizado um teste piloto, que será detalhado a seguir, e no final do mês de fevereiro de 2014, no primeiro dia de aula de cada turma, foi realizada uma rápida apresentação do ALEKS, onde os alunos foram informados sobre a pesquisa desenvolvida e convidados a participarem do projeto. Eles foram avisados que alguns receberiam acesso ao sistema e que o uso era gratuito e opcional. Foram informados também sobre a bonificação. Uma avaliação inicial foi feita com as turmas para aferir o grau de conhecimento dos mesmos em Contabilidade. Essa intervenção, que será descrita, com mais dados, na sequência deste trabalho, foi o pré-teste do desenho experimental. No mês de março de 2014, após uma reunião com os professores da disciplina de Contabilidade Introdutória, ficou acertado o uso

do curso de *Financial Accounting*, sem o apoio do livro texto, citado anteriormente. Nesta ocasião, foram definidos os conteúdos que seriam trabalhados com os estudantes, aderentes ao currículo oferecido na disciplina presencial. A definição dos tópicos a serem ministrados foi realizada pelos professores da disciplina presencial, Doutores em Contabilidade e com ampla experiência no ensino do ciclo básico contábil. Dos 215 tópicos disponíveis no sistema, foram selecionados 121, referentes à disciplina ministrada. O *syllabus* do curso utilizado nessa pesquisa consta como apêndice do presente trabalho e mostra a distribuição dos conteúdos e itens utilizados. Os 121 itens foram distribuídos entre *Homeworks*, *Quizzes* e *Tests*, conforme descrito na Tabela 3. Os itens marcados com asterisco não foram utilizados na pesquisa, considerando que conteúdo não estava alinhado ao assunto da disciplina presencial. Cada uma das turmas contou com 305 itens distribuídos entre os 6 conteúdos.

Tabela 3 - Distribuição dos Tópicos e Conteúdos

Conteúdos no sistema ALEKS	HOMEWORK	QUIZZ	TEST
Accounting Cycle	40	20	20
Cash and Cash Equivalent *	0	0	0
Merchandising and Inventory	40	20	25
Receivables	20	10	10
Property, Plant, and Equipment	20	10	10
Current Liabilities, Payroll, Warranties, and Discounted Notes	20	10	10
Partnerships	10	5	5
Corporate Balance Sheet, Income Statement, and Analysis *	0	0	0
Bonds, Investments, and Cash Flow *	0	0	0
TOTAL DAS ATIVIDADES PREVISTAS	150	75	80

Fonte: Elaboração Própria

Ainda, no mês de março de 2014, os estudantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, constante no apêndice deste trabalho, onde foram formalmente informados dos propósitos de esta pesquisa, do caráter voluntário e gratuito, bem como da participação de cada um, que consistiu em: 1) Utilizar um sistema artificial inteligente no apoio ao aprendizado, de modo a realizar as tarefas, testes e *quizzes* propostos dentro do ambiente virtual, durante o período de 01/04/2014 a 30/06/2014 e; 2) Ao final do período, participar de uma pesquisa ou entrevista sobre o ambiente virtual de ensino e sobre a experiência no uso do

sistema. O termo foi apresentado para todos os estudantes e um total de 122 assinaram o referido termo, onde concordaram em participar da pesquisa e a cumprir as etapas acima descritas. Dos estudantes que assinaram o termo, 47 eram do período diurno, turma T 01 e 75 do período noturno, sendo 37 estudantes da turma T 21 e 38 da turma T 22.

3.3.2 Teste piloto

Em janeiro de 2014, foi realizado um teste piloto com cinco estudantes da Universidade de São Paulo, tanto da graduação quanto da pós, da área de Contabilidade e contou, ainda, com a colaboração de um estudante de Pós-graduação em Ciência da Computação. Aos estudantes do teste piloto foi informado que deveriam realizar o cadastramento no site do ALEKS e foi dado a eles um código de acesso a uma disciplina. Como a ideia do teste piloto era entender possíveis dificuldades no acesso ao sistema, não foram prestadas maiores informações sobre o acesso. Todos os estudantes conseguiram realizar o cadastro inicial no sistema. Em apenas um caso houve dificuldade em relação à plataforma JAVA (*Oracle*), dificuldade esta que pode ser resolvida com atualização do sistema. Após o cadastro inicial, os estudantes que realizaram o teste piloto foram conduzidos ao *Initial Assessment*, como forma de testar as funcionalidades do sistema. Foi-lhes solicitado o uso contínuo do sistema, a fim de explorar todas as ferramentas e funções. Houve relatos de problemas de gravação das respostas: quando o estudante respondia uma pergunta e tentava avançar, o sistema voltava na mesma questão, como se o estudante não houvesse respondido. Após investigação e contato com o Sr. Sam Hussey, descobrimos que esse problema deu-se pelo *plugin* do JAVA. Em acessos contínuos, havia o risco da sessão encerrar durante o uso do sistema e as informações não serem devidamente enviadas, isso acarretou o erro apresentado. Após a atualização do JAVA esse erro foi corrigido e identificamos que o mesmo não estaria presente durante o uso no ambiente experimental.

Como resultato do teste piloto, contando com as percepções dos participantes, focamos a atenção em dois pontos considerados principais para o sucesso do experimento. O primeiro foi à atenção especial aos procedimentos de acesso inicial. Acesso este que se resume em entrar em um site de internet. Entretanto questões de atualização e permissão do *plugin* JAVA poderiam comprometer o acesso ao sistema. O segundo ponto que se mostrou importante foi a não obrigatoriedade do *Initial Assessment*. Mesmo sendo útil para mapeamento das competências iniciais, a percepção dos participantes do teste piloto desencorajou a

obrigatoriedade desta etapa inicial, dado que iniciar o uso do sistema com uma prova, não era nada atrativo. Esse ponto foi acatado e solicitamos ao Sr. Sam Hussey essa possibilidade, a qual foi parametrizada para os demais cursos do experimento. Não havia modo de remover o *Initial Assessment*; contudo, foi possível deixar essa etapa opcional ao estudante. Ao optar pela não realização do *Assessment Inicial*, o sistema entende que o estudante não possui nenhum conhecimento prévio das habilidades que estão sendo testadas.

3.3.3 O Pré-teste (O₁)

Após a seleção da amostra e divisão dos grupos, experimental e de controle, o delineamento do experimento utilizado, nesta pesquisa, previa a aplicação de um pré-teste, o qual apontou o ponto de partida de cada um dos estudantes que compuseram a amostra. Apesar de toda a população acessível ser composta por estudantes ingressantes no curso de graduação em Ciências Contábeis, encontramos, entre eles, estudantes que estavam em uma segunda graduação e que já tenham tido algum contato com a disciplina de Contabilidade na graduação anterior; estudantes com conhecimento prático em Contabilidade e, como consequência, já expostos ao conteúdo e, com isso, familiarizados com a terminologia da disciplina.

O Pré-teste foi realizado entre 26 de fevereiro de 2014 e 06 de março de 2014, no primeiro e no segundo dia de aula da disciplina, em cada uma das turmas, em um total de 143 estudantes. Foi conduzido no formato de uma prova, impressa e em língua portuguesa, cobrindo o conteúdo que seria abordado no primeiro mês da disciplina. A prova foi composta por 15 questões, sendo duas de múltipla escolha. O conteúdo cobrado no pré-teste abrangeu: terminologia contábil; contabilização básicas de eventos econômicos; e, noções da estrutura das demonstrações contábeis. O conteúdo da prova foi elaborado em conjunto com os professores da disciplina, que validaram as questões e o gabarito, direcionando a correção e composição das notas. Uma cópia da prova utilizada como Pré-teste consta nos apêndices do presente trabalho. Os estudantes receberam o Pré-teste, logo após a apresentação do curso, da pesquisa e do sistema ALEKS. Foram reservados 30 minutos, durante a aula, para a realização da referida prova. Os alunos foram informados de que essa avaliação não impactaria de nenhuma maneira nas notas da disciplina presencial, e de que o seu resultado seria mantido em sigilo e tratado de forma conjunta, por médias. Da mesma forma, foram orientados a não responder as questões que não tinham nenhum conhecimento sobre o conteúdo. Em outras

palavras, solicitamos para eles não “chutarem”, pois a prova visava captar o estado real de conhecimento deles e um “chute” certo poderia prejudicar os resultados.

A realização do Pré-teste foi considerada desnecessária por diversas vezes durante as discussões e desenho da pesquisa junto aos professores da disciplina. A premissa adotada é a de que os alunos ingressantes, no curso de ciências contábeis, não possuíam nenhum conhecimento sobre a disciplina. Alguns deles por virem direto do ensino médio para o concurso vestibular, outros, mesmo em segunda formação, por terem um conhecimento muito superficial sobre os assuntos ali abordados. A percepção dos professores, que lecionam nessa disciplina, há muitos anos, sobre o estado inicial dos alunos é a de que eles não possuem nenhuma base sobre Contabilidade ao ingressarem no curso de graduação em Ciências Contábeis. Inicialmente a realização do Pré-teste teve como propósito o fornecimento do mapa médio de conhecimento de cada grupo, de modo a mostrar o estágio inicial do grupo experimental e grupo de controle. Entretanto, considerando as mudanças no escopo da pesquisa, com a possibilidade de licenças para todos os alunos que assinaram o Termo de Consentimento, exergamos a possibilidade de utilizarmos as turmas de 2014 como grupo experimental e as turmas de 2013 como grupo de controle. A percepção dos professores em relação ao conhecimento prévio dos estudantes, alinhada aos resultados obtidos no Pré-teste, onde as médias das turmas estavam muito próximas de zero, deu base para entender que esse desenho seria possível. Para todos os efeitos e cálculos, consideramos o momento inicial (O_1) em 2013 e 2014 como iguais e próximos de zero, de tal forma que a média final do estudante na disciplina, para os anos de 2013 e 2014, representou de forma confiável a evolução e/ou ganho do estudante durante o curso.

3.3.4 Acesso ao ALEKS

No início do mês de abril de 2014, os alunos receberam um comunicado sobre a liberação de acesso ao sistema ALEKS, informando-os que o sistema é totalmente baseado em ambiente *web* e poderia ser acessado de qualquer lugar e horário, bastando apenas que o usuário tivesse acesso à internet. Cada uma das turmas recebeu dois materiais, em arquivo, para acesso. O primeiro arquivo chamado de Manual de Cadastramento ALEKS, escrito em língua inglesa, continha o código de registro para cada turma (*Course Code*), que garantia o acesso gratuito ao curso para os alunos da disciplina. Este documento abrangia, ainda, as seguintes informações: a) uma breve apresentação do sistema; b) instruções passo-a-passo sobre o

registro inicial no sistema; c) a visão geral do que estaria disponível após efetuarem o cadastramento no sistema; e, d) as informações para contatar o suporte em caso de dúvidas ou problemas no acesso ao sistema. O segundo arquivo, recebido pelos estudantes, foi o LEIA-ME, um documento em língua portuguesa, onde os estudantes receberam uma breve apresentação da pesquisa desenvolvida e onde foram explorados os dois mais importantes itens: em um deles, os estudantes foram orientados sobre a existência do *Initial Assessment* e informados sobre a possibilidade de pular essa etapa; no outro, disponibilizamos, com maiores detalhes, informações sobre o suporte ao sistema, *e-mails* de contato, dias e local onde poderiam solicitar qualquer tipo de informação ou apoio ao sistema. No que se refere especificamente sobre o mencionado suporte, cabe informar que o mesmo foi conduzido pelos realizadores da pesquisa, presencialmente ou por e-mail, totalmente prestado em língua portuguesa. Duas semanas após a liberação do material e do acesso ao ALEKS, realizamos uma visita em cada uma das turmas para demonstrar o processo de cadastramento. A visita foi motivada pelas queixas de alguns estudantes, aos professores da disciplina, sobre as dificuldades no acesso para o cadastramento. Durante a apresentação do sistema ALEKS, explicamos que o mesmo estava disponível na plataforma Java, da *Oracle*, e que no momento da instalação nos sistemas operacionais da Microsoft e Apple poderia enfrentar algum problema relacionado à versão do *plugin* e bloqueio ao acesso, por diretivas de segurança.

No decorrer do período da pesquisa foram relatados quatro problemas de acesso e dois problemas no uso do sistema. Após verificação, ficou constado que todos os problemas estavam relacionados à atualização da plataforma JAVA e aos níveis de segurança do computador do estudante, o qual impedia o uso do sistema ALEKS. Três dos problemas de acesso e os dois problemas de uso dos sistemas foram solucionados com a atualização da plataforma JAVA e alteração dos níveis de segurança do computador. Infelizmente, um dos estudantes, que relatou problemas de acesso, não teve, no computador de sua residência, o problema resolvido. Todos os procedimentos possíveis foram realizados, porém o sistema não funcionou nesse computador. Foi sugerido ao estudante que utilizasse outro computador para desenvolver as atividades, como forma de não prejudicar o aluno no uso do sistema. Todos os problemas relatados foram realizados e resolvidos por e-mail ou diretamente com o estudante na sala de aula, durante a disciplina. Apesar de disponibilizados dias e locais para dúvidas e suporte, no período em que foi realizada a pesquisa nenhum aluno procurou para essa finalidade.

O acesso ao sistema foi garantido aos estudantes para uso individual por todo o período da pesquisa, sendo que eles estavam livres para utilizar em qualquer lugar e horário, e o uso deveria ser feito de forma paralela às atividades que estavam realizando na disciplina. Não havia limite máximo para utilização do *software*, mas para o bom andamento da pesquisa e para melhor proveito do sistema, desejamos um período mínimo de dedicação e uso do *software* de quatro horas semanais. Foi solicitado aos estudantes que não divulgassem os materiais de acesso ao sistema e tampouco que fornecessem o acesso particular para qualquer outra pessoa, independentemente de ser ou não participante da pesquisa. Essa solicitação foi realizada devido ao escopo da pesquisa e também por conta do compromisso ético e moral que se firmou na ocasião em que as licenças foram recebidas, de forma gratuita, da ALEKS Corporation.

Conforme discutido anteriormente, todo o conteúdo do sistema encontra-se em língua inglesa e não há nenhuma tradução dos controles ou do conteúdo à língua portuguesa. O domínio ou conhecimento prévio do idioma inglês não foi considerado como pré-requisito para participação na pesquisa, e os participantes foram informados dessa prerrogativa antes de aceitarem a participação do projeto. Durante a exposição do sistema, aos estudantes, entendemos que a diferença do idioma não seria um limitador para uso do *software*, mas sim uma motivação e oportunidade para ampliação do conhecimento sobre a disciplina e, como não poderia ser diferente, do próprio idioma.

Ao ingressar no sistema o estudante teve acesso ao curso de *Financial Accounting*, conforme discutido anteriormente, onde foi solicitado que ele iniciasse e explorasse o máximo possível das tarefas. O sistema não possui aulas virtuais, conteúdos pré-gravados ou tópicos teóricos em seu interior, toda a interação do estudante, com o conteúdo do sistema, foi realizada pela resolução das atividades, questões e testes. O fórum da disciplina não foi utilizado e a interação entre instrutores e estudantes foi realizada pelo serviço de mensagens do sistema, onde o instrutor pode enviar mensagens individuais ou para toda a turma e os estudantes puderam enviar dúvidas e/ou questionamentos aos professores. No decorrer da pesquisa, foram enviadas, via sistema, 27 mensagens, sendo que 9 delas foram originadas das contas dos estudantes. A Tabela 4 mostra a quantidade de horas em média que os estudantes utilizaram o sistema ALEKS e a Tabela 5 mostra a quantidade de itens que os mesmos conseguiram de proficiência com o uso do sistema.

Dos 122 alunos que assinaram o Termo de Consentimento, 82 (67%) realizaram o cadastro e acessaram o sistema, pelo menos uma vez, na turma T 01 (33), na turma T 21 (13) e na turma T 22 (36).

Tabela 4 - Tempo de Utilização do ALEKS

Tempo de acesso (em horas)	Turma T 01 <i>n = 33</i>	Turma T 21 <i>n = 13</i>	Turma T 22 <i>n = 36</i>
Tempo médio no ALEKS	3,01	4,68	5,67
Desvio padrão	5,50	5,62	8,10
Tempo mínimo no ALEKS	0,00	0,10	0,00
Tempo máximo no ALEKS	26,20	18,50	32,20

Fonte: Elaboração própria

Entre a liberação do acesso e a data da prova final da disciplina, os estudantes tiveram, em média, 10 semanas para usar e realizar as tarefas propostas no ALEKS. Do total dos 82 alunos que realizaram o cadastro, 38 utilizaram o sistema por menos de uma hora, o que significa que 46% desses estudantes realizaram o cadastro inicial, utilizaram uma das licenças disponíveis, ingressaram na página principal do sistema, saíram e não regressaram mais ao ALEKS.

Dos alunos que utilizaram o sistema após o cadastramento, 33 realizaram o *Initial Assessment*: turma T 01 (9); turma T 21 (6) e turma T 22 (18). Apenas um estudante conseguiu a proficiência em todos os itens do sistema, sendo que ele utilizou o sistema por 18,5 horas durante todo o período. A Tabela 6 mostra a média da proficiência das turmas pelos conteúdos ofertados. O conteúdo relacionado ao *Accounting Cycle* foi o que teve a maior proficiência, onde os resultados podem ter sido alcançados pelo *Initial Assessment*, realizado pelos estudantes. Por ocasião do primeiro acesso ao sistema, os estudantes já haviam cursado, em média, 8 das 30 aulas previstas na grade curricular, cobrindo diversos tópicos do programa, o que garantiu a familiaridade com o ciclo básico de Contabilidade.

Tabela 5 - Itens concluídos no ALEKS

Itens com proficiência no ALEKS	Turma T 01	Turma T 21	Turma T 22
	<i>n = 33</i>	<i>n = 13</i>	<i>n = 36</i>
Quantidade média de itens	10	34	18
Desvio padrão	16	37	26
Quantidade mínima de itens	0	0	0
Quantidade máxima de itens	61	121	98

Fonte: Elaboração própria

Tabela 6 - Proficiência por Conteúdo

Proficiência por Conteúdos	Turma T 01	Turma T 21	Turma T 22
	<i>n = 33</i>	<i>n = 13</i>	<i>n = 36</i>
Accounting Cycle	29%	47%	40%
Merchandising and Inventory	2%	26%	13%
Receivables	9%	16%	13%
Property, Plant, and Equipment	3%	16%	9%
Current Liabilities, P., W. and Disc Notes	0%	13%	6%
Partnerships	0%	10%	4%

Fonte: Elaboração própria

3.3.5 O Pós-teste

Como ferramenta de pós-teste, utilizamos a nota final (média) atribuída aos estudantes da disciplina presencial. Essa média representa a avaliação dos professores e é calculada sobre as atividades e provas realizadas dentro, ou fora, da sala de aula, em momentos distintos, porém conduzidas pelos professores da disciplina. Como parte integrante da avaliação, no meio e ao final do curso, são realizadas, em todas as turmas, provas onde os estudantes devem fazer a contabilização de diversos eventos econômicos e encerrar as demonstrações contábeis

relativas àquelas transações. As provas são parte integrante da disciplina presencial, previstas no programa, devendo ser realizadas, em sala de aula, por todos os estudantes manualmente, isto é, com papel e caneta. Vale a pena comentar que essas provas foram todas realizadas em língua portuguesa. A correção e a atribuição de nota foram feitas pelo professor de cada uma das turmas. O conteúdo exigido nessas avaliações foi o ministrado, na disciplina presencial, acumulado desde o primeiro dia de aula até o dia da realização do exame, cobrindo todos os itens do currículo e do programa. Para cada avaliação, houve, como retorno, uma única nota sobre a cobertura de todos os itens do programa e não foi possível obter avaliações individuais para cada item, assim como não foi possível realizar a fatoração das notas entre os itens componentes da estrutura curricular. Nas provas não foram solicitadas ou feitas quaisquer referências, diretas ou indiretas, aos itens ou tópicos do sistema ALEKS, de forma que os alunos que não participaram da pesquisa não fossem prejudicados nas avaliações. A nota final do aluno na disciplina é calculada pela média ponderada das avaliações e de outros itens constante do programa. A ponderação dá maior peso para as notas das avaliações, o que permite utilizar a média final como pontuação para o pós-teste. Não foi possível obter, para todas as turmas, as notas por avaliação dos estudantes do ano de 2013, utilizados como grupo de controle; e, por isso, optamos por utilizar apenas a média final como elemento de pós-teste.

3.3.6 Pesquisa sobre o uso do ALEKS

Durante o mês de junho de 2014 foram realizadas três tentativas para condução de um grupo focal com os estudantes que utilizaram o sistema ALEKS. Infelizmente nenhum dos estudantes respondeu ao convite e as sessões não puderam ser realizadas. Como forma de captar a percepção dos estudantes, sobre o processo de pesquisa ao qual haviam sido expostos e como forma de buscar respostas a baixa quantidade de participantes em relação ao grande número de interessados, foi realizada uma pesquisa sobre o uso do sistema ALEKS. A Tabela 7 apresenta um panorama geral dos respondentes da pesquisa. Os resultados serão analisados em conjunto com os resultados do experimento, na seção de análise dos resultados deste trabalho. A pesquisa foi conduzida em conjunto com a prova final, em cada uma das turmas, e a resposta era completamente voluntária, sendo que o aluno poderia entregar a pesquisa sem respondê-la. O formulário contou com questões demográficas, porém sem a identificação do respondente. As questões foram fechadas e o estudante deveria selecionar um valor, em uma escala, para respondê-las.

Tabela 7 – Perfil dos respondentes da pesquisa

		<u><i>T 01</i></u>	<u><i>T 21</i></u>	<u><i>T 22</i></u>
	Número de Respondentes	54	48	46
	Média de Idade	19	23	23
	Desvio	2,0	4,5	7,2
Gênero	Masculino	36	28	31
	Feminino	18	20	15
Primeira opção no Vestibular	Contabilidade	10	21	17
	Administração	11	15	11
	Economia	30	10	17
	Atuária	0	0	0
	Não Prestou	0	0	0
	Outros	3	2	1

Fonte: Elaboração própria

Haviam questões relacionadas à aceitação e familiaridade com o uso de tecnologias, questões sobre o acesso e uso do sistema ALEKS e havia também um espaço para que os estudantes dissertassem sobre as percepções pessoais que obtiveram com o uso do sistema, da pesquisa e dos realizadores. Os resultados da pesquisa serão analisados em conjunto com os resultados do experimento, na seção de análise dos resultados deste trabalho.

3.3.7 Coleta dos dados

O sistema ALEKS permite a coleta de diversos tipos de dados de acesso (entrada, tempo de permanência, saída) e do uso do sistema (materiais consultados, *tests*, *quizzes* e *homeworks* respondidos, quantidade de acertos, quantidade de erros). O cadastro do sistema não coleta dados demográficos ou acadêmicos (gênero, idade, ano de ingresso no curso, formação anterior, opção no vestibular), os quais foram coletados por intermédio de dois instrumentos, o Pré-teste e a Pesquisa de uso do sistema.

Os dados relativos às notas dos estudantes, que cursaram a disciplina no ano de 2013, foram conseguidos junto à Secretaria de Graduação do Departamento de Contabilidade e Atuária,

com o aval dos professores ministrantes da disciplina. As notas dos estudantes que cursaram a disciplina no ano de 2014 foram coletadas diretamente com os professores, logo após o encerramento da nota final. Após a citada coleta, os dados serão tabulados e analisados de forma estatística para que se possa inferir sobre os resultados encontrados. As análises a serem desenvolvidas dependem dos dados coletados, assim como da distribuição destes em relação a sua média. Os dados coletados foram mantidos sobre total sigilo e somente os realizadores da pesquisa e os professores da disciplina tiveram acesso a eles. As análises foram sempre efetuadas no conjunto e nenhum estudante foi analisado individualmente por nenhum item da presente pesquisa.

3.4 Ameaças à validade do experimento

Em um quase-experimento científico, um determinado grupo é submetido a algum tipo de tratamento e se espera algum efeito sobre o mesmo. Porém, cabe ao pesquisador o papel de se preocupar com dois quesitos importantes para seu experimento, validade e sensibilidade. A Figura 7 é composta por fatores que representam ameaça à validade interna de um experimento e a forma como foram tratados para garantir os resultados. Para Bickman, Rog and Hedrick (1998) “sensibilidade se refere à probabilidade de um efeito, se presente, ser detectado pelo instrumento que estamos utilizando” (p. 39). Validade é a preocupação em relação às variáveis, não controláveis, que podem influenciar o experimento e consequentemente a forma como se interpretam os resultados (Campbell, 1957).

A Figura 8 é composta por fatores que representam ameaça à validade externa de um experimento e a forma como foram tratados para garantir os resultados do mesmo. A influência dessas variáveis pode ser interna ou externa à pesquisa que está sendo conduzida. Campbell (1981) afirma que “validade interna é aquele mínimo básico sem o qual qualquer experimento seria ininterpretável, se o observado ocorreu devido a intervenção proposital (experimento) ou devido a outros fatores não controláveis” (p. 9). Validade externa está relacionada à capacidade de generalização dos resultados do experimento para o mundo real (Anderson & Bushman, 1997), trata-se da capacidade de prever se os resultados encontrados, em uma determinada amostra, são significantes para uma população alvo.

Figura 7 - Ameaças à Validade Interna

VALIDADE INTERNA		
Ameaça	O que é?	Medida de controle
História	Outros fatores que ocorram com os participantes entre o pré-teste e o pós-teste podem explicar a alteração.	Utilização de um grupo de controle. Possíveis ameaças serão tratadas como limitações deste trabalho
Maturação	Efeito observado com o passar do tempo e não pela intervenção utilizada.	Utilização de um grupo de controle. Possíveis ameaças serão tratadas como limitações deste trabalho
Testando	Pré-teste igual ao Pós-teste, onde o indivíduo aprende a realizar o teste.	Utilização de um grupo de controle
Instrumentação	Falta de consistência nos instrumentos de medição.	Pré-teste corrigido pelo pesquisador e Pós-teste corrigido pelos professores da disciplina
Regressão estatística	Realização da escolha de participantes que tenham se destacado.	Todos os estudantes foram convidados a participarem da pesquisa e não houve nenhuma seleção entre eles.
Seleção diferencial	Utilização de grupos específicos, pré-formados.	Todos os estudantes foram convidados a participarem da pesquisa, não houve nenhuma seleção entre eles.
Mortalidade experimental	Desistência considerável em cada um dos grupos.	Não houve dissidências durante a condução do experimento
Interação seleção-maturação	Interação entre os grupos experimentais e de controle.	Foram testadas as faixas etárias e não foram encontradas diferenças significativas
Difusão do tratamento experimental	Interação entre os grupos experimentais e de controle.	Controle e experimento estavam em anos distintos
Rivalidade compensatória pelo grupo de controle	Interação entre os grupos experimentais e de controle.	Controle e experimento estavam em anos distintos
Equalização compensatória dos tratamentos	Intervenção poderia prejudicar o tempo disponível no grupo experimental	O sistema não foi utilizado em sala da aula
Desmoralização ressentida do grupo de controle	Interação entre os grupos experimentais e de controle.	Controle e experimento estavam em anos distintos

Fonte: Adaptado de Gall, Borg e Gall (2007, p. 382)

Figura 8 - Ameaças à Validade Externa

VALIDADE EXTERNA - DA POPULAÇÃO		
Ameaça	O que é?	Medida de controle
Extensão da generalização da amostra para a população alvo	Risco das médias das amostras ser diferente das médias da população alvo.	Amostra ter um comportamento próximo à população alvo. Possíveis ameaças serão tratadas como limitações deste trabalho.
Extensão que as variáveis amostrais interagem com efeitos do tratamento	Características próprias da amostra podem interferir no resultado.	Amostra compatível a população alvo. Possíveis ameaças serão tratadas como limitações deste trabalho.
VALIDADE EXTERNA - ECOLÓGICAS OU AMBIENTAIS		
Descrição explícita do tratamento experimental	Procedimentos experimentais não descritos de forma que se possa replicar o experimento.	O protocolo utilizado foi explicitado em todos os detalhes possíveis.
Interferência de tratamentos múltiplos	Mesmo sujeito recebe diversos tratamentos.	Apenas um tratamento foi realizado.
Efeito Hawthorne	Outras variáveis explicando os resultados. Efeito placebo.	Controle e experimento estavam em anos distintos
Efeito de novidade e rompimento	Intervenção surtir efeito por ser pioneiro no ramo.	Trabalho não é original, estudantes responderam com pouco entusiasmo.
Efeito experimentador	Efeitos realizarem-se por conta da amostra ou do pesquisador.	Pesquisador procurou não interferir na pesquisa. Notas finais foram dadas pelos professores.
Sensibilização do pré-teste	Quanto o pré-teste pode influenciar no tratamento e nos resultados.	Apesar de haver um pré-teste, o mesmo não moldou a atitude dos estudantes frente à disciplina ou ao uso do sistema.
Sensibilização do pós-teste	Quanto o pós-teste pode influenciar no tratamento e nos resultados	O conteúdo era obrigatório para a disciplina, mas o uso do sistema não. O pré-teste tenha influenciado o experimento.
Interação de história e efeitos do tratamento	Efeitos serem positivos por influências externas. Tratamento sendo muito discutido e efeitos positivos constantemente encontrados.	Apenas um trabalho foi publicado utilizando o sistema ALEKS para ensino de Contabilidade. Considera-se esse risco baixo.
Mensuração de variáveis dependentes	Diferentes formas de aplicar um teste, gerando diferentes dados em formas distintas.	O Pré-teste e o Pós-teste foram aplicados em português e em papel de forma igual para todos os estudantes.
Interação do tempo de mensuração e efeitos do tratamento	Risco de perder o efeito devido à demora em coletar os dados do pós-teste.	Pós-teste aplicado logo no final do experimento.

Fonte: Adaptado de Gall, Borg e Gall (2007, p. 382)

O desenho experimental utilizado, nesta pesquisa, levou em consideração as ameaças e buscou mitigar seus impactos sobre os indivíduos ou sobre o ambiente experimental. Entretanto, diversas variáveis, potencialmente ameaçadoras à realização da pesquisa, são externas e não podem ser controladas, as quais foram consideradas como limitações ao presente trabalho.

4 RESULTADOS

Durante a condução do experimento, dados foram coletados e agrupados para que se pudessem testar estatisticamente as hipóteses levantadas nesta pesquisa. O desenho inicial do experimento previa a realização da pesquisa apenas entre os estudantes de 2014, com um grupo experimental de 40 indivíduos. Entretanto, a ampla aceitação da pesquisa e a disponibilização de 148 licenças de uso do sistema aumentou a expectativa quanto ao número de estudantes no grupo experimental, optando-se pelo uso dos estudantes do ano de 2013 como grupo de controle. Posteriormente, o uso discreto do sistema, tanto em quantidade quanto em qualidade, fez com que o desenho original de pesquisa fosse resgatado, utilizando o grupo experimental e de controle com estudantes de 2014. Dessa forma, os dados de 2013 foram utilizados apenas para dois propósitos: a) testar a normalidade das notas dos estudantes e; b) testar as médias das notas dos estudantes nos anos de 2013 e 2014, a fim de entender se existia alguma diferença significativa que pudesse influenciar no resultado do experimento, como efeito de regressão estatística, destacado no item de ameaças à validade do experimento.

Para os estudantes de 2013, foram utilizadas listas, retiradas do sistema da Universidade de São Paulo, as quais foram disponibilizadas pela secretaria de graduação do Departamento de Contabilidade e Atuária, contendo os nomes, as notas finais, as frequências e as aprovações e reprovações dos estudantes. Para os indivíduos dessa amostra não foram coletados dados adicionais ou demográficos. A amostra foi utilizada em sua totalidade, não tendo sofrido nenhum ajuste ou corte. Em relação aos estudantes de 2014, os dados foram disponibilizados pelos professores da disciplina, logo após correção da prova final. Os professores disponibilizaram planilhas contendo as notas da primeira e segunda prova, notas das atividades e exercícios, notas da utilização do sistema ALEKS, e, por último, a composição da nota final (média) dos estudantes.

A planilha contava, ainda, com a frequência dos estudantes na disciplina presencial. Para a presente pesquisa, consideramos como corte 70% da frequência nas aulas presenciais, sendo que os estudantes com frequência menor que esse valor foram removidos da amostra, independente de terem sido aprovados ou reprovados no curso. A assiduidade nas aulas é um fator preponderante para o desempenho do estudante no curso e, para essa pesquisa, adotamos tal fator como linha de corte. A nota de utilização do sistema ALEKS foi calculada, em uma escala de zero a dez pontos, e composta pelos seguintes elementos: a) cadastramento (0,5

pontos), atribuído aos estudantes que realizaram o cadastro corretamente no sistema; b) tempo de utilização do ALEKS (até 4,5 pontos), nota atribuída em função da quantidade de horas que o estudante permaneceu logado no sistema, com nota máxima alcançada pelos alunos que permaneceram pelo menos 20 horas no ambiente e; c) quantidade de itens concluídos (até 5,0 pontos), calculada sobre a quantidade de itens que o estudante mostrou proficiência em relação aos 121 itens cadastrados no sistema. Do total de 82 estudantes, que utilizaram o sistema, onze tiveram as notas invalidadas para o experimento, devido aos problemas no uso do sistema. Para esses estudantes, foi-lhes atribuída nota zero no uso do sistema e eles foram mantidos como participantes do experimento. A Tabela 8 mostra a distribuição dos alunos de 2013 e 2014. A Figura 9 mostra a distribuição das notas dos estudantes de 2014 em função de 4 itens: uso do sistema ALEKS; Primeira prova, Prova Final e Nota final atribuída ao estudante.

Tabela 8 - Distribuição dos Estudantes

		<i>Turma T 01</i>	<i>Turma T 21</i>	<i>Turma T 22</i>	<i>TOTAIS</i>	
2014	<i>N</i>	54	54	44	152	100%
	<i>Nota Final</i>	7,03	6,58	7,30	-	-
	<i>Desvio</i>	1,36	1,98	1,37	-	-
	<i>n a_Aleks</i>	32	11	28	71	47%
	<i>n a_Aleks'</i>	8	3	5	16	11%
2013	<i>N</i>	50	56	55	161	100%
	<i>Nota Final</i>	6,34	5,53	6,39	-	-
	<i>Desvio</i>	2,63	2,72	2,28	-	-

Fonte: Elaboração própria

A quantidade de estudantes no ano de 2013 é superior a quantidade de estudantes em 2014. Este fato pode ser explicado pelo corte estabelecido na frequência dos estudantes de 2014, não realizado em 2013. As notas finais de 2013 são, em média, 0,89 pontos menores que as notas de 2014 e o desvio padrão menor, em média, 0,97 pontos no ano de 2014.

Figura 9 - Distribuição das notas por atividade

Fonte: Elaboração própria

As Figuras 10 e 11 mostram a distribuição das notas dos estudantes na disciplina e a distribuição das notas de acesso ao sistema ALEKS. A curva demonstra que a utilização do sistema de maneira satisfatória (nota acima de 5,0 para o uso do ALEKS) foi baixa para os estudantes em geral. A variável *Nota Final*, utilizada nesta pesquisa, representa a nota final atribuída pelo professor da disciplina sem a nota do uso do sistema ALEKS. Neste sentido, todas as atividades desempenhadas pelos alunos na disciplina, tais como provas, exercícios, resolução de casos e outras atividades, estão computadas, exceto o uso do sistema ALEKS, o qual representou um bônus à nota do estudante. A seguir serão apresentados os resultados dos testes e análises conduzidos a partir dos dados coletados, os quais foram realizados com apoio do *software* SPSS versão 21, produzido pela IBM. Todos os cálculos foram realizados com nível de significância $\alpha = 0,05$.

Depois de agrupados e organizados, os dados foram testados para verificação da normalidade da variável dependente (*Nota Final*), por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Inicialmente os testes foram realizados para todas as notas, em um único conjunto.

Posteriormente foi realizada uma segmentação por ano e por turma, para a realização dos testes. A Tabela 9 mostra os resultados dos testes para as amostras.

Tabela 9 - Normalidade dos Dados

				Shapiro-Wilk		
				Statistic	Df	Sig.
NOTA FINAL				0,085	313	0,000
ANO	2013			0,106	161	0,000
	2014			0,064	152	0,001
TURMA	1			0,087	104	0,007
	21			0,127	110	0,000
	22			0,099	99	0,000
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

Fonte: Elaboração própria

Para as amostras e composição testadas o resultado foi sempre a rejeição da normalidade dos dados, exceto para o ano de 2014, no teste de Kolmogorov-Smirnov, porém com uma advertência sobre o seu cálculo. Com base nos resultados acima, assumimos a premissa de que os dados são não paramétricos e a análise deveria ser conduzida com um teste também não paramétrico. Pagano (2001, p. 472) mostra um fluxograma de decisão para a escolha do melhor teste de inferência a ser realizado para uma determinada amostra. Seguindo esta árvore de decisão e respeitando as características dos dados coletados, o teste U de Mann-Whitney foi escolhido para o teste das hipóteses formuladas. Sobre o teste U, Mann-Whitney Pagano (2001) afirma que “is a powerful nonparametric test used in place of the t test for independent groups when there is an extreme violation of the normality assumption or when the data are not of appropriate scaling for the t test” (p. 436). Para o conjunto de testes abaixo, apenas os dados dos estudantes do ano de 2014 foram considerados.

A primeira análise realizada buscou-se verificar a relação entre as notas dos estudantes que utilizaram o ALEKS e os estudantes que não o utilizaram. Dentre os estudantes que utilizaram o sistema, dois grupos foram formados: a) grupo dos estudantes que fizeram algum uso do sistema, porém não de forma satisfatória (atingindo nota igual ou superior a 5,0 pelo uso do sistema) e; b) grupo dos estudantes que utilizaram o sistema de forma satisfatória. A Tabela 10 mostra a distribuição desses estudantes. No total foram analisadas as notas de 168

estudantes, sendo que destes 81 alunos (48%) não utilizaram o sistema ALEKS como apoio ao aprendizado. Apenas 16 (10%) estudantes conseguiram pontuação superior a 5,0 no uso do sistema ALEKS, considerado um bom uso do sistema. Destes 10 (63%) eram do gênero masculino e 6 (37%) do gênero feminino. Em todas as turmas, as médias dos estudantes que utilizaram o sistema ALEKS foi maior que a média dos estudantes que não realizaram nenhum uso do sistema. Os estudantes que utilizaram o sistema ALEKS de forma satisfatória tiveram médias ainda maiores que os estudantes que fizeram algum uso do sistema.

Tabela 10 - Distribuição dos Estudantes 2014

	<i>Utilizou o ALEKS</i>			<i>Utilizou bem o ALEKS</i>			<i>Não utilizou ALEKS</i>		
	<i>T 01</i>	<i>T 21</i>	<i>T 22</i>	<i>T 01</i>	<i>T 21</i>	<i>T 22</i>	<i>T 01</i>	<i>T 21</i>	<i>T 22</i>
<i>N</i>	32	11	28	8	3	5	22	43	16
<i>Média Notas Finais</i>	7,18	8,33	7,76	7,47	8,53	7,79	6,82	6,13	6,51
<i>Desvio</i>	1,33	0,73	1,07	1,62	0,28	1,04	1,38	1,95	1,48

Fonte: Elaboração própria

A segunda comparação foi realizada utilizando os estudantes que não fizeram nenhum acesso ao sistema como grupo de controle, em relação a dois grupos experimentais: estudantes que fizeram algum uso do sistema e estudantes que fizeram uso satisfatório do sistema ALEKS. A Tabela 11 evidencia os resultados dessas análises.

Tabela 11 - Resultado das Análises de 2014 com e sem o ALEKS

	<i>Utilizou o ALEKS</i>			<i>Utilizou bem o ALEKS</i>		
	<i>T 01</i>	<i>T 21</i>	<i>T 22</i>	<i>T 01</i>	<i>T 21</i>	<i>T 22</i>
<i>Mann-Whitney U</i>	304,000	75,000	123,000	143,500	3,000	75,000
<i>Wilcoxon W</i>	557,000	1021,000	259,000	1224,500	1381,000	855,000
<i>Z</i>	-,846	-3,469	-2,464	-,987	-2,244	-,832
<i>p-value (2-tailed)</i>	,398	,001	,014	,324	,025	,405

Fonte: Elaboração própria

Figura 10 - Distribuição das Notas da Disciplina vs. Nota do Sistema ALEKS

Fonte: Elaboração própria

Figura 11 - Distribuição dos estudantes e notas

Fonte: Elaboração própria

Em relação aos estudantes que realizaram algum acesso ao sistema (*Utilizou o ALEKS*), encontramos uma diferença significativa entre as notas finais para os estudantes do período noturno, na Turma 21 ($p\text{-value} = 0,001$) e para a Turma 22 ($p\text{-value} = 0,014$). Não foi encontrado efeito no uso do sistema na Turma 01. Com base nos valores encontrados foi calculado o *Effect size*, utilizamos a fórmula de d de Cohen, para cada um dos experimentos realizados, encontrando os valores de $ES = 0,27$ para Turma 01, $ES = 1,64$ para a Turma 21 e $ES = 0,98$ para a Turma 22. Considerando os estudantes que utilizaram de forma satisfatória o sistema (*Utilizou bem o ALEKS*), obtendo nota igual ou superior a cinco, foi encontrado efeito significativo apenas na Turma 21 ($p\text{-value} = 0,025$). Para as demais turmas, não houve influência significativa para aqueles estudantes que utilizaram, de forma mais ampla, o sistema. O *Effect size*, calculado para esse experimento, foi $ES = 0,43$ para a Turma 01, $ES = 2,15$ para a Turma 21 e $ES = 1,02$ para a Turma 22. Por fim, foram efetuados testes, considerando apenas os estudantes que utilizaram o sistema ALEKS, a para verificar se o maior uso implicaria em melhor desempenho na nota final da disciplina. Não foi constatada influência em nenhuma das turmas nesse quesito. O resultado não foi significativo quando os dados das três turmas foram analisados em conjunto ($p\text{-value} = 0,321$) e, mesmo na análise das turmas de forma individualizada, também não se obteve influência significativa. Os seguintes valores foram encontrados para as análises: Turma 01 ($p\text{-value} = 0,480$), Turma 21 ($p\text{-value} = 0,145$) e Turma 22 ($p\text{-value} = 0,816$).

Com base nos dados e valores encontrados acima, apresentamos os resultados para cada uma das hipóteses formuladas no início deste trabalho. As hipóteses foram escritas no formato de hipóteses alternativas e os testes realizados buscavam suporte para manter as hipóteses. Os resultados encontrados e a resposta às hipóteses desta pesquisa são:

H1: O uso do sistema de apoio ao aprendizado ALEKS durante o semestre impactará favoravelmente no desempenho dos estudantes na disciplina presencial da Turma 01 do período diurno.	Hipótese Rejeitada
--	---------------------------

Os dados não permitem manter a hipótese H1. Quando analisados com todos os estudantes que acessaram o sistema ou quando analisado apenas com os estudantes que tiveram uso satisfatório do sistema ALEKS (nota igual ou superior a cinco neste item), os resultados mostram que não houve influência significativa do uso do sistema no desempenho dos estudantes na disciplina presencial.

H2: O uso do sistema de apoio ao aprendizado ALEKS durante o semestre impactará favoravelmente no desempenho dos estudantes na disciplina presencial da Turma 21 do período noturno.	Hipótese Mantida
---	-------------------------

Os dados permitem manter a hipótese H2. Quando analisados o total dos estudantes que acessaram o sistema ou quando analisados apenas com os estudantes que tiveram uso satisfatório do sistema ALEKS (nota igual ou superior a cinco neste item), os resultados mostram que houve influência significativa do uso do sistema no desempenho dos estudantes na disciplina presencial.

H3: O uso do sistema de apoio ao aprendizado ALEKS durante o semestre impactará favoravelmente no desempenho dos estudantes na disciplina presencial da Turma 22 do período noturno.	Hipótese Rejeitada
---	---------------------------

Os dados não permitem manter a hipótese H3. Quando analisados o total dos estudantes que acessaram o sistema, foi detectada influência positiva do uso do sistema no desempenho na disciplina ($p\text{-value} = 0,14$); entretanto, quando a análise deu-se com os estudantes que obtiveram nota igual ou superior a cinco no uso do sistema, os resultados mostraram que não houve influência significativa, algo que não era esperado após o primeiro achado. O número de estudantes que fizeram acesso satisfatório ao sistema foi um limitador para a essa análise, fato que nos conduz à rejeição da hipótese.

H4: Estudantes que completarem mais atividades dentro do sistema ALEKS terão melhor desempenho na disciplina presencial, em relação aos estudantes que realizarem menor número de atividades no sistema.	Hipótese Rejeitada
---	---------------------------

Os dados não permitem manter a hipótese H4. O resultado das análises, em conjunto ou de forma individualizada, mostra que não há relação significativa entre a quantidade de atividades que o estudante realizou no sistema e o desempenho do mesmo na disciplina presencial. O número de estudantes que completaram uma quantidade satisfatória de atividades no sistema foi um limitador para a essa análise.

4.1 Análise dos resultados

De modo geral, os resultados encontrados não permitem manter as hipóteses testadas, o que sugere pouco ou nenhum efeito do sistema ALEKS sobre o desempenho na disciplina. O cálculo do *Effect size*, em alguns itens, indica resultado diferente; entretanto, para o presente experimento, esses valores não devem ser utilizados como parâmetros de análise, pois duas importantes premissas do uso desse indicador não foram atendidas, a normalidade da distribuição da variável dependente e desvio padrão igual entre os grupos experimental e de controle (Lipsey, 1998). Como consequência, esses valores não serão considerados nas análises dos resultados deste experimento. Sobre os resultados, alguns itens importantes devem ser pontuados para o entendimento dos achados na pesquisa. O primeiro item a destacar foi a baixa adesão dos estudantes ao sistema. Dos 122 estudantes que assinaram o Termo de Consentimento, 71 (59%) fizeram algum acesso, e apenas 16 (13%) conseguiram nota igual ou superior a cinco pela utilização do ALEKS (uso satisfatório), mostrando que, além de uma baixa adesão ao sistema, os estudantes que o acessaram fizeram um uso pequeno ou limitado da ferramenta.

A Pesquisa de adequação e uso do sistema ALEKS, realizada ao final do experimento, buscou captar itens que pudessem explicar esses fatos. A tabulação dos formulários mostrou que 51 estudantes (34% dos respondentes) entendem que o idioma foi uma importante barreira para o uso do sistema, fator que pode explicar, ainda que parcialmente, a baixa adesão ao sistema. Os estudantes foram informados de que o sistema ALEKS estava disponível apenas no idioma inglês e que não havia nenhuma tradução ou dicionário para os termos utilizados e imaginamos que isso poderia representar uma oportunidade para aprendizado do idioma inglês. Entretanto, no formulário de pesquisa, alguns estudantes relataram o idioma como impeditivo para o acesso e, também, como fator que desmotivou o maior uso do sistema. Diversos relatos, feitos por estudantes, elencando o problema do idioma como fator impeditivo de acesso ao sistema, como foi o caso do estudante E01 que destaca “tive alguma dificuldade com o idioma inglês no curso”, ou do estudante E02 que afirma que “o idioma foi a principal barreira ao software”. O estudante E03 afirma que “no começo eu tive interesse em utilizar o ALEKS, principalmente para eu treinar a matéria, que eu tenho muita dificuldade, mas o idioma foi uma barreira muito grande”, já o estudante E07 relata:

O sistema é, realmente, muito útil e bem feito, porém, para realizar as tarefas, precisei de um tradutor aberto durante todas as atividades. Caso o sistema fosse traduzido, eu, com certeza, utilizaria-o com muito prazer em qualquer que fosse a disciplina.

Essas afirmações demonstram que para alguns estudantes o idioma foi barreira de acesso ao sistema e para outros o idioma uma grande barreira na utilização e continuidade das atividades. Alguns estudantes não consideraram o idioma como barreira para acesso e uso, porém destacaram dificuldades relacionadas à terminologia dos termos contábeis em inglês. A disciplina presencial foi conduzida com materiais e textos totalmente em língua portuguesa e os termos próprios da área foram tratados apenas neste idioma. Alguns estudantes relataram dificuldades nesse ponto. O estudante E04 relata “apesar de ser importante saber inglês, alguns termos mais técnicos eram difíceis de entender”. O estudante E03 afirma “era muito exaustivo recorrer ao tradutor em todos os momentos”.

Entendemos que esse fator foi o grande responsável pela pouca utilização dos recursos do sistema, o que ajuda a explicar a baixa quantidade de horas que os estudantes permaneceram no ambiente virtual e a pouca quantidade de tarefas respondidas. Um maior alinhamento da disciplina presencial com a terminologia contábil em outros idiomas, principalmente com relação à língua inglesa, pode auxiliar os estudantes, não apenas no uso do sistema ALEKS, como apoio à disciplina, mas também pode auxiliar aos estudantes no acesso a materiais e artigos em outros idiomas, de outras culturas, o que tende a ser importante para a preparação dos estudantes para um ambiente de trabalho altamente globalizado, principalmente quando se tem em conta o idioma inglês como sendo a linguagem dos negócios. Sobre esse tópico, o estudante E05 afirma que “poderia haver antes um pouco mais de informação sobre as diferenças entre as práticas americanas e brasileiras”.

Apesar de importante aspecto limitador do uso do sistema, não podemos considerar que o idioma foi o único responsável pela baixa utilização. O experimento contou com um intervalo de 10 semanas, em média, para a utilização e realização das tarefas. Conforme informado anteriormente, era desejada a dedicação de quatro horas semanais, extraclasse, para a realização de atividades do ALEKS e esperávamos que os alunos tivessem uma média de 20 horas de utilização para o referido período. Faz-se necessário comentar que esse dado, em momento algum, foi informado aos estudantes, pois a ideia central era deixá-los livres para o uso. Os resultados mostraram uma média de 26 minutos de acesso semanal e de 4,5 horas de

acesso total ao sistema, durante todo o período do experimento. Mesmo quando comparados os dados apenas dos estudantes que tiveram um acesso satisfatório (obtiveram nota igual ou superior a cinco, no uso do sistema), a média de utilização do mesmo ficou abaixo do esperado (16,5 horas). Do total dos estudantes que realizaram o primeiro acesso ao sistema, 38 (54%) utilizou por menos de uma hora, e destes, 90% não realizou nenhum outro acesso ao sistema durante todo o período da pesquisa. Sobre esse aspecto, alguns estudantes relataram falta de tempo disponível para dedicação aos estudos. Dois terços dos estudantes de Ciências Contábeis estudam no período noturno, onde é esperada uma disponibilidade menor de tempo para realização de atividades extraclasse. No entanto, foi observada uma maior média de acesso nos estudantes desse período, acima de 5 horas. A questão de tempo, para o acesso, também foi identificada pelos alunos do período diurno; entretanto, com uma conotação diferente, alguns estudantes destacam que não se dedicaram mais ao uso do sistema devido a grande carga de conteúdos do semestre, em especial, a quantidade de tarefas exigidas pela própria disciplina de Contabilidade Introdutória. Outros estudantes entendem que o tempo para o uso do sistema foi curto, e a demora na liberação pode ter impactado na motivação e no uso. Sobre esse ponto podemos destacar o estudante E06 que afirma:

acredito que o tempo proposto para o uso do sistema ALEKS deveria ser maior, e se deveria contar com este recurso o antes possível no começo do semestre, para que o aluno possa fazer mais uso dele no início do curso, quando a matéria é mais simples e o aluno dispõe de mais tempo para se familiarizar [sic] com o sistema de apoio ALEKS.

O estudante E08 relata que:

O sistema foi ótimo para reforçar a matéria de contabilidade. No entanto, o tempo proposto para uso foi muito pequeno diante do fato que demorou para ser [sic] disponibilizados as senhas e o término não foi avisado antecipadamente, para que pudesse concluir com maior comodidade.

O estudante E09 comentou “a liberação tardia do acesso ao sistema atrapalhou no desempenho, descordenou com a matéria da disciplina”. O uso do sistema não foi pré-requisito para o andamento da disciplina, porém os estudantes que utilizaram o sistema receberam uma bonificação de 1 ponto no período diurno e de 2 pontos no período noturno, mas esse bônus só foi computado aos estudantes que alcançaram nota final superior a cinco na

disciplina em questão, sem a nota de utilização do ALEKS. Em resumo, o acréscimo só seria válido após alcançarem a nota mínima necessária para aprovação. Ao mesmo tempo, os estudantes tiveram, em média, vinte atividades para o cômputo de nota nas disciplinas, tais como exercícios, resolução de casos, provinhas e outros, além das provas intermediária e final, o que significa que, a cada semana, os estudantes poderiam utilizar o sistema de forma complementar o estudo, mas sempre teriam a concorrência de, pelo menos, uma atividade obrigatória para a nota. Alguns estudantes relataram esse ponto em suas considerações, como foi o caso do estudante E09 que afirma “o conteúdo do sistema é muito bom, porém muita quantidade, sobrecarregando o tempo de estudo de usa só disciplina”.

Entendemos que a bonificação pelo uso do sistema foi importante para que os estudantes obtivessem algum retorno direto pelo tempo que se dispuseram a participar da presente pesquisa. A quantidade de pontos para cada turma foi adequada. Os resultados da pesquisa sobre o usos do sistema mostram que 92 estudantes (62% dos respondentes) entendem que o incentivo para uso do sistema foi adequado, o que corrobora nossa expectativa. Entretanto vale destacar o comentário do estudante E10 que afirma “embora o (pequeno) incentivo de nota, o sistema foi percebido como algo acessório, prescindível”. A concorrência por tempo é algo que certamente afeta a vida do estudante e nesse quesito a introdução de uma atividade adicional, ainda que bonificada, pode ter desmotivado o estudante ao acesso e uso do sistema ALEKS. Uma maior aproximação da disciplina com o uso da ferramenta, com a diminuição das atividades ou com a substituição de algumas pelo uso do sistema, poderia impactar favoravelmente no uso do sistema. Esse entendimento foi relatado por alguns estudantes no relato que fizeram sobre o experimento, como nos casos dos estudantes E10 que considerou “a proposta interessante, e há grande potencial de contribuir para a aprendizagem da Contabilidade. No entanto, penso que seria necessário integrar mais a plataforma ao andamento do curso para gerar adesão dos estudantes” e do estudante E11 que indica “integrar o ALEKS aos exercícios propostos pelo professor, pois para mim, ficaria muito difícil conciliar os exercícios dados pelo professor e os exercícios do ALEKS, por esse motivo não acessei”.

Conforme dito anteriormente, os resultados dos testes mostraram que das quatro hipóteses levantadas, apenas uma pode ser mantida, a hipótese H2, indicando que o sistema ALEKS produziu efeito positivo apenas para os alunos da Turma 21. Entretanto, devemos ter alguns cuidados em relação a esse resultado. Apesar de a Turma 21 possuir vinte e um estudantes

(38%), que optaram pelo curso de Ciências Contábeis como primeira opção do vestibular, foi a turma com o menor número de estudantes que acessaram e utilizaram o sistema ALEKS, pois, dos 13 estudantes, apenas onze puderam ser considerados como participantes da pesquisa. Esse número corresponde a metade dos que optaram pelo curso de Ciências Contábeis como primeira opção no vestibular. Quando se considera apenas os estudantes que receberam nota cinco ou mais no uso do sistema ALEKS, a Turma 21 conta com apenas três participantes para a presente pesquisa, entretanto, entre eles, encontra-se o único estudante que adquiriu proficiência nos 121 tópicos do sistema. A proposta do presente estudo foi apresentada de igual forma nas três turmas: as atividades, as visitas, o suporte, enfim, tudo realizado da mesma maneira. A única diferença foi em relação à liberação do material de acesso ao sistema, que na Turma 21 ocorreu com atraso de 14 dias com relação às demais turmas. Compreendemos que essa demora pode ter, em alguma medida, desmotivado os estudantes para acessar ao sistema. O número reduzido de participantes nesta turma certamente prejudica os resultados. Além desse fato, devemos levar em consideração que dos onze estudantes que acessaram o sistema, nove deles estão entre os dez melhores estudantes da turma, e que os três estudantes que obtiveram nota igual ou superior a cinco, no uso do sistema ALEKS, estão entre os cinco melhores estudantes daquela classe.

A hipótese H1 refere-se aos estudantes do período diurno, Turma 01. Essa turma contou com menor bonificação pelo uso do sistema, entretanto contou com maior tempo para acesso e uso das ferramentas. A Turma 01 contou com os estudantes de menor média de idade (19 anos) e também menor desvio de padrão 1,9 anos. Do total de 54 estudantes, 30 (55%) indicaram o curso de Economia como primeira opção do concurso vestibular e apenas 10 (19%) estavam no curso em que realmente escolheram como primeira opção. Nessa turma, 47 estudantes assinaram o Termo de consentimento e 20 estudantes efetuaram o cadastro na primeira semana de disponibilização do sistema. Após a segunda semana da pesquisa, apenas cinco estudantes deram sequência e acessaram ao sistema. A interferência deveria ser a menor possível para não comprometer o resultado do experimento e por esse motivo não se fez nenhuma intervenção específica para esta turma. Porém, tivemos conhecimento de que o professor da disciplina incentivou o uso por parte dos estudantes. Certamente os resultados do experimento foram comprometidos pela baixa utilização do sistema, pois 24 (73%) dos estudantes participantes da pesquisa utilizaram o sistema por menos de 2 horas, considerando uso total e para esse nível de acesso, realmente não seria esperado nenhum efeito sobre a disciplina presencial.

Os resultados obtidos na Turma 22 sugerem que a hipótese H3 pode ser mantida quando se considera todos os estudantes que utilizaram o sistema no grupo experimental, indicando um efeito positivo do uso do sistema na disciplina. A Turma 22 teve o maior número de estudantes cadastrados no sistema (36 indivíduos), assim como o estudante que teve maior tempo de uso do ALEKS (32, 2 horas). Entre os 5 estudantes, que mais utilizaram o sistema na Turma 22, a média de acesso foi superior a 20 horas e a quantidade de itens completados foi superior a 75 itens. Entretanto, quando se leva em consideração apenas os estudantes que obtiveram nota igual ou superior a cinco, pelo uso do sistema, não se tem elementos suficiente para manter a hipótese H3. Apesar de esperado um efeito positivo nesse experimento, o mesmo não se realizou. A média dos cinco estudantes que mais utilizaram o sistema ALEKS foi de 7,79 contra uma média de 7,30 observada no grupo de controle. Novamente entendemos que o número pequeno de indivíduos na amostra prejudicou a composição dos resultados e, conseqüentemente, afeta a manutenção da hipótese H3. Devido à quantidade pequena de participantes, o que gera resultados ainda mais frágeis, decidimos por rejeitar a hipótese, mesmo tendo encontrado efeito positivo em uma das análises.

A hipótese H4 buscou verificar a relação entre a qualidade do uso do sistema ALEKS e o desempenho na disciplina presencial. A esperança era a de que quanto mais os estudantes utilizassem o sistema, considerando tempo e a quantidade de tarefas realizadas, melhor seria o desempenho do estudante na disciplina presencial. Esse fator pode ser intuitivo, dado que os estudantes que tem maior carga de estudo tendem a ter maiores notas na disciplina. Entretanto, como o uso do sistema era adicional ao conteúdo da disciplina e de caráter não obrigatório, entendemos que essa verificação era válida. Os resultados encontrados não foram significativos nem para o total dos estudantes e nem para o das turmas, quando analisados separadamente. Novamente, a pequena amostra influenciou nos resultados. As análises foram conduzidas com grupos pequenos (< 5 indivíduos), o que prejudica o poder da análise estatística. Os resultados convergem para a rejeição da hipótese H4.

Como os resultados tiveram seu poder estatístico limitado pela pequena quantidade de elementos nos grupos experimentais, buscamos outros elementos que pudessem auxiliar na interpretação e análise dos dados coletados. Conforme informado anteriormente, uma pesquisa de adequação e uso do sistema ALEKS foi realizada com aos estudantes no dia da prova final.

Figura 12 - Distribuição de Idade e Opção de Cursos

Fonte: Elaboração própria.

A tabulação dos resultados do questionário sugerem que os estudantes estavam confortáveis com o experimento, com o acesso e com o uso do sistema ALEKS. A Figura 12 mostra a distribuição das idades e as opções de cursos dos estudantes que responderam ao questionário. A Figura 13 mostra a visão dos estudantes sobre a acessibilidade do sistema.

Figura 13 - Acessibilidade do ALEKS

Fonte: Elaboração própria.

Do total dos 142 respondentes do questionário, 63 (43%) afirmam que o acesso ao sistema é simples e rápido; 62 (42%) informaram que não encontraram problemas para acessar o sistema. Em uma escala de 0 a 10, os estudantes atribuíram média de 7,7 para a acessibilidade do sistema. A Figura 14 destaca a percepção geral dos estudantes sobre o conteúdo no sistema ALEKS.

Em relação ao conteúdo do sistema, 57 (39%) dos respondentes entenderam que o conteúdo do sistema estava alinhado ao conteúdo da disciplina presencial e 50 (34%) entendem que o sistema é útil como apoio ao ensino de Contabilidade. No item sobre o uso do sistema, os estudantes atribuíram nota 6,3 para o uso que fizeram do ALEKS.

Figura 14 - Percepção sobre o Sistema ALEKS

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da pesquisa de uso sugerem que, no geral, os estudantes entenderam como positiva a introdução a realização do experimento e a inserção do sistema ALEKS como apoio ao ensino de Contabilidade Introdutória, entretanto, eles entendem que a operacionalização poderia ter sido realizada de outra maneira, com maior suporte ao idioma, maior alinhamento à disciplina presencial e com mais tempo para a realização das tarefas propostas.

5 CONCLUSÕES

No presente trabalho foi realizada uma pesquisa visando à inserção de tecnologia, baseada em inteligência artificial, no ensino de Contabilidade. O tema é recorrente, considerando que diversos trabalhos relatam de alguma forma o uso dessa tecnologia nesse campo específico do conhecimento. Como exemplo, podemos citar Baxter & Thibodeau, 2011; Baldwin-Morgan, Brown & Trinkle, 2006; Nicholson, 1999; Baldwin-Morgan, 1995; Williams, 1992; Sangster & Wilson, 1991; e Boer & Livnat, 1990. O tema possui relevância no cenário brasileiro atual devido às transformações tecnológicas que a sociedade vem passando, como por exemplo, o aumento expressivo do comércio e dos serviços eletrônicos, bem como o surgimento de novas modalidades de meio de pagamentos, por meio do celular e até a utilização de moeda totalmente digital, sem lastro no mundo físico, como é o caso dos *bitcoin*. Essas transformações direta ou indiretamente recaem sobre o profissional de Contabilidade que precisa lidar com essas novas formas de se fazer negócios entre o mundo físico e o mundo virtual. Ainda que o Contador, de alguma forma, esteja imune às transformações do mundo digital, ele não conseguirá escapar das alterações tecnológicas próprias de sua profissão. Conforme discutido na introdução deste estudo, a evolução dos sistemas contábeis e a virtualização da fiscalização sobre as empresas, faz com que a profissão contábil tenha que se adaptar e estar na vanguarda do uso da tecnologia voltada ao ambiente econômico e empresarial. Preparar o futuro Contador para esse ambiente empresarial é tarefa que certamente recai sobre as instituições de ensino, que precisam adaptar seu currículo para uma sociedade diferente daquela que existia quando a maioria dos programas acadêmicos de contabilidade do Brasil fora criado. Entretanto, alterar o ambiente de ensino não é uma tarefa fácil, tendo em vista que demanda tempo para que as mudanças possam ser incorporadas com a profundidade necessária para se tornarem permanentes, pois exigem diversos recursos que nem sempre estão disponíveis e dependem, ainda, de apoio, dedicação e disposição dos agentes envolvidos na mudança do ambiente (Levy, 2007; Downes, 1998). A inserção da tecnologia no ambiente de ensino, certamente é uma mudança que deve ser considerada e implementada. Não se trata de criar algo novo e revolucionário, mas sim de trazer para o banco escolar o ambiente que o estudante vive fora dele, ou apenas desenhar o ambiente escolar de forma que o banco escolar não seja mais um item necessário.

Nesse ambiente a presente pesquisa realizou um quase-experimento com os estudantes da disciplina de Contabilidade Introdutória do curso de Bacharelado em Ciências Contábeis da

Universidade de São Paulo, onde se introduziu um sistema baseado em inteligência artificial, o sistema ALEKS, como ferramenta de suporte no ensino da sistemática básica de contabilização dos eventos econômicos e do encerramento das demonstrações contábeis. A expectativa era a de que, no final do processo, os estudantes tivessem a oportunidade de aprender a sistemática contábil com o apoio de um sistema inteligente. Como o sistema está disponível apenas no idioma inglês, o estudante também aprenderia a terminologia contábil nesse idioma, o que é extremamente positivo para o estudante. Com esse cenário, e no escopo de um trabalho científico, o presente trabalho conta com uma questão de pesquisa a ser respondida e alguns objetivos a serem alcançados.

Apesar do grande número de estudantes interessados em utilizar o sistema, assim como a grande quantidade que realizou o primeiro acesso ao ALEKS, um pequeno número de estudantes fez o uso mínimo satisfatório para que se pudessem analisar, de maneira confiável, os possíveis impactos do ALEKS no desempenho na disciplina presencial. Entendemos que a pouca quantidade de estudantes não invalida os resultados da pesquisa realizada, porém coloca um senão sobre os resultados. Dessa forma, a resposta a questão de pesquisa e o alcance dos objetivos do presente trabalho teve como foco os resultados do quase-experimento, porém buscando identificar e destacar os principais motivos que levaram a baixa aderência ao processo quase-experimental aqui conduzido.

A questão de pesquisa formulada para o presente estudo foi: **em que medida a tecnologia da educação, baseada em Inteligência Artificial, pode auxiliar na aquisição de habilidades técnicas necessárias ao estudante de Ciências Contábeis?** A resposta a essa questão não é fácil e nesse trabalho não se pretende respondê-la de forma definitiva, até porque no processo científico definitivo é um termo limitador. Entretanto, o propósito é de contribuir para a construção deste conhecimento. O uso de computadores, o acesso à internet e o apoio de sistemas podem fomentar o processo de aquisição de conhecimento, tornando-o mais simples, dinâmico e mais interessante aos estudantes. No ensino de Contabilidade não faz sentido que o estudante gaste diversas horas realizando contabilização de transações econômicas de forma manual, com papel e caneta, assim como era feito na Veneza Renascentista. Se no Brasil, desde 1980, a Contabilidade é toda realizada em planilhas eletrônicas ou em sistemas computadorizados, por que nossos estudantes aprendem a fazer a contabilização de forma manual? Como pôde ser visto no decorrer deste trabalho, entendemos que a tecnologia digital é um item indispensável no ambiente escolar, não um coadjuvante, mas sim como

protagonista no processo. A inserção de planilhas eletrônicas podem trazer diversos ganhos para os estudantes e professores, economizando tempo na confecção e resolução das tarefas. Aprender a lógica contábil por meio de um sistema informatizado certamente irá preparar o estudante para o ambiente de trabalho. Alguns podem elencar os riscos da introdução de sistemas no ambiente escolar. Como garantir que as planilhas não possam ser replicadas para todos os estudantes? Como ter certeza de que o usuário daquele sistema realmente é o estudante matriculado na disciplina? Entendemos que esses argumentos são válidos e devem ser considerados, porém o benefício do uso da tecnologia supera os riscos inerentes a essas preocupações. Ainda em relação às ameaças associadas às “colas”, as mesmas não fazem parte de nosso escopo de pesquisa e não se possui nenhuma propriedade para tratar deste assunto, porém se acredita que foram inventadas bem antes dos computadores.

Quando o objetivo é introduzir inteligência artificial no ensino de Contabilidade, as possibilidades são ainda mais amplas. Um professor que possui 50 alunos, em uma sala de aula, dificilmente poderá criar um exercício direcionado para cada um de seus estudantes. Durante a condução do presente experimento, podemos observar que os professores indicaram e cobraram a realização de diversas tarefas aos estudantes. Em cada uma das turmas foi solicitado à resolução e entrega de, pelo menos, 10 atividades entre exercícios e casos. Os professores certamente despenderam diversas horas na preparação e na correção dos mesmos. Entretanto, mesmo considerando todo o tempo consumido com o preparo e correção de tais atividades, não se pode descosiderar um tópico óbvio: todos os estudantes receberam as mesmas atividades, no mesmo dia, para serem realizadas da mesma forma e com o mesmo prazo de entrega. Essa igualdade de tratamento é um pressuposto de que todos os estudantes iniciam o curso no mesmo nível e a cada aula absorvem exatamente o mesmo conhecimento, da mesma maneira, ou seja, os estudantes são tratados em conjunto e não de forma individualizada. Não se faz aqui nenhuma crítica aos professores, ou a forma como eles conduzem a disciplina, mas sim uma censura sobre a não utilização dos recursos disponíveis para individualizar e fomentar o ensino, o que favorece tanto os estudantes como também os próprios professores. Um sistema baseado em inteligência artificial gera exercícios com questões aleatórias, sempre mapeando o resultado da questão em função do resultado pré-estabelecido. Dessa forma, ao propor um exercício o professor teria inúmeras possibilidades de respostas e o sistema mapearia sequencialmente qual a resposta foi dada pelo estudante, compararia com a resolução ideal e o direcionaria para a próxima questão. Cada estudante seria direcionado para as questões que realmente precisa responder, de modo que tivesse um

retorno imediato sobre o que está acertando ou errando, contando ainda com dicas ou tutoria para os conteúdos que tivesse dúvidas. O professor teria um trabalho inicial para gerar os parâmetros do sistema, mas não teria mais a necessidade de gastar inúmeras horas corrigindo exercícios. Sistemas baseados em inteligência artificial já contam com essa possibilidade, devidos aos algoritmos de *model tracing* e *knowledge tracing* capazes de gerar conteúdos individuais e relacionados a um padrão anteriormente estabelecido (Koedinger e Aleven, 2007; Johnson, Phillips e Chase 2009). O sistema ALEKS, objeto de estudo dessa pesquisa, possui inteligência artificial e se pode afirmar que as possibilidades acima elencadas estão presentes nele. Assim como amplamente discutido, a *Knowledge Space Theory* (KST) representa uma base para o mapeamento dos conhecimentos dos estudantes, permitindo a individualização do processo de aquisição do conhecimento, respeitando os conhecimentos prévios de cada um e os caminhos a serem percorridos para a obtenção do conhecimento (Doignon & Falmagne, 1985). O sistema ALEKS foi construído sobre a plataforma da KST e representa uma importante ferramenta na individualização do processo de aquisição de conhecimento.

Os estudantes são protagonistas no processo de aquisição de conhecimento. A busca por um determinado curso, a necessidade de aprender determinado conteúdo guiam-os para as aulas que irão cursar. Porém, reproduzindo as palavras de Astin (2012) “grades can operate as both a carrot and a stick, depending on whether the student is oriented toward attaining success or avoiding failure” (p. 196). Esse direcionamento irá impactar na atitude dos estudantes frente ao contexto que irão encontrar. Durante a condução do presente estudo, os estudantes foram convidados a utilizarem o sistema ALEKS, de forma complementar ao estudo e, ainda, receberam uma bonificação pelo uso. Entretanto, essa gratificação veio somente depois que eles atingiram a nota mínima para aprovação e, certamente, a nota mínima para aprovação foi a maior orientação aos estudantes. Aprender não basta se não significar a obtenção dos créditos da disciplina. No que se refere ao uso do sistema ALEKS, a proposta foi bem recebida e altamente incentivada pelos estudantes. O alto número de estudantes que assinaram o termo de consentimento da pesquisa indica esse aceite. O acesso ao sistema não correspondeu às expectativas criadas após a assinatura dos termos, o que se entende ser resultado de diversos fatores, conforme discutidos no capítulo 4. Entretanto, durante a pesquisa de adequação foi amplamente reconhecido, pelos estudantes, a importância da iniciativa do uso de sistemas computadorizados no ensino de contabilidade. Devemos destacar que diversas críticas foram feitas ao sistema, principalmente por estar em outro idioma, porém

há diversos elogios à praticidade (sistema *online*), à simplicidade (clicar e arrastar) e ao conteúdo do sistema.

Respondendo diretamente a questão de pesquisa do presente trabalho, podemos dizer: a Inteligência Artificial pode auxiliar na aquisição de habilidades técnicas tornando o ensino mais prático, atrativo, dinâmico, individualizado, mapeando o estado inicial de cada estudante, entendendo onde o mesmo possui maior ou menor deficiência, orientando-o sobre seus erros e guiando-o ao melhor caminho para aquisição do conhecimento. Os professores, por contarem com a presença dessa ferramenta, podem conhecer melhor cada um dos seus estudantes, encadeando a sequência lógica de aquisição de conhecimento para cada aluno de forma individualizada, como se fossem aulas particulares, respeitando o ritmo e o passado de cada um deles. Nesse contexto, as aulas ainda seriam encontros presenciais entre todos os estudantes e o professor para a aquisição de um determinado conhecimento. Entretanto a forma como cada um alcançaria esse objetivo seria única e adequada a cada necessidade.

O objetivo principal deste trabalho foi o de **avaliar experimentalmente em que extensão o sistema ALEKS pode contribuir para a aquisição das habilidades técnicas básicas, necessárias na formação do aluno, no curso de Contabilidade Introdutória do Bacharelado em Ciências Contábeis da Universidade de São Paulo**. Por tudo o que foi percorrido até aqui, entendemos que o mencionado objetivo foi alcançado. Ainda que se tenha contado com uma amostra pequena, o que certamente influenciou nos resultados, e que o ALEKS não tenha produzido efeito positivo sobre o desempenho dos estudantes na disciplina, não se pode afirmar que esse foi o alcance do objetivo do presente trabalho. Quando indagamos extensão que a ferramenta pode contribuir para a aquisição das habilidades técnicas, não se está referindo apenas à nota na disciplina, mesmo que essa seja um importante fator de análise. Como anteriormente observado, os estudantes reagiram bem à proposta de inovação na sala de aula. Na pesquisa de adequação e uso do sistema, diversos estudantes indicaram que a proposta foi interessante e que a ferramenta era atrativa para a aprendizagem dos conteúdos da disciplina. Se por um lado é possível dizer que o sistema ALEKS, da maneira como foi utilizado, não auxiliou no desempenho dos estudantes na disciplina presencial; por outro, podemos afirmar que a introdução de um sistema, como apoio ao processo de ensino e aprendizado, motivou os estudantes, algo visto no grande número de estudantes que assinaram o termo de consentimento, e também mostrou que é possível conciliar a tecnologia, principalmente aquela baseada em inteligência artificial, ao ensino

tradicional. Essa última afirmação pode ser suportada pelo número de estudantes que, ao acessarem o sistema pela primeira vez, decidiram realizar o *initial assessment* para checar o estado atual do conhecimento que possuíam em relação à disciplina. Conforme descrito anteriormente, o *initial assessment* era opcional, porém diversos estudantes o realizaram no intuito de mapear suas capacidades na disciplina. Entendemos que o desempenho na disciplina presencial foi o fator primordial para essa investigação e os resultados sugerem que o sistema ALEKS poderá auxiliar em uma extensão muito curta no ensino de Contabilidade. Entretanto se deve colocar o presente foco em algumas considerações igualmente importantes ao estudo. Diversos estudantes relataram o problema do sistema não estar conectado com a disciplina e que a terminologia em língua inglesa foi algo desmotivante ao acesso e uso do sistema. Entendemos que se a disciplina presencial contasse com uma maior proximidade com o sistema, utilizando os exercícios oferecidos ou, pelo menos, auxiliando na nomenclatura no idioma inglês, os estudantes teriam mais facilidade e também atratividade pelo uso do sistema. O uso do sistema deve ser opcional, mas se entende que o alinhamento teria favorecido ao experimento e aumentaria a extensão em que o sistema pode auxiliar na aquisição das habilidades técnicas de contabilidade, ou seja, o entendimento da nomenclatura contábil, o registro das transações econômicas básicas e o encerramento das demonstrações contábeis.

Outra extensão que podemos creditar ao sistema ALEKS, no apoio ao ensino de Contabilidade, ainda que não diretamente verificada nessa pesquisa, refere-se ao apoio que o sistema propicia ao professor na avaliação dos estudantes. Principalmente quando nos referimos à avaliação formativa, aquela que ocorre no decorrer do processo e tem por finalidade sua melhoria. Como dito anteriormente as bases da *Knowledge Space Theory* representam uma importante ferramenta no mapeamento das competências do indivíduo. O *knowledge state* permite registrar, em qualquer momento, quais os conteúdos que o estudante já possui amplo conhecimento e aqueles conteúdos que o estudante tem alguma dificuldade ou ainda não está apto a aprender, pois dependem de algum pré-requisito. Aliado a essa fotografia do estado do estudante, os *fringes* permitem identificar qual o caminho que o estudante percorreu até aquele ponto (*inner fringe*) e principalmente, quais caminhos e conteúdos ele está apto a percorrer na sequência (*outer fringe*). Nas palavras de Falmagne et al (2006): “inner fringe (WHAT THE STUDENT CAN DO, which is understood here as the most sophisticated problems in the student’s state), and one for the outer fringe (WHAT THE STUDENT IS READY TO LEARN)” (p. 69-70). Utilizando o sistema ALEKS como apoio

ao processo e ensino e aprendizado, os professores poderiam mapear as competências dos estudantes de forma constante e automática, captando como a turma se comportou diante de um determinado tópico ou ainda, entender se a sequência planejada está realmente adequada àquela turma ou precisa ser ajustada. Conforme exposto anteriormente, o uso do sistema como apoio ao professor da disciplina não esteve presente no escopo deste trabalho, entretanto entendemos que seja uma ferramenta útil, suportada por extensiva pesquisa científica e que pode fomentar o educador no processo de avaliação formativa dos estudantes.

Sobre os objetivos específicos, abaixo os mesmos são elencados e comentados sobre o resultado de cada um deles. O primeiro objetivo específico foi: **avaliar o interesse dos estudantes em utilizar um *software* de maneira complementar a disciplina presencial na realização dos seus estudos**. A adesão dos estudantes tanto no termo de consentimento, quanto no primeiro acesso e cadastramento evidenciam que os mesmos estavam dispostos à utilizarem um *software* em seus estudos. O pequeno número de estudantes que completou quantidade significativa de itens no sistema não invalida a disposição dos estudantes em acessar o sistema. Para resposta a esse quesito, entendemos que os estudantes estão dispostos à utilização de sistemas, planilhas, sites e todas as demais tecnologias disponíveis para complementar seus estudos.

O segundo objetivo específico foi: **analisar possíveis diferenças no uso do sistema e, consequentemente, o desempenho na disciplina em função de acesso, aceitação e familiarização com a tecnologia utilizada**. Os resultados da pesquisa de satisfação e uso, realizada pelos estudantes, demonstra que eles possuem ampla familiaridade com o uso de tecnologias digitais. Todos os estudantes informaram que utilizam algum recurso tecnológico digital como computadores, celulares, *tablets* ou *smartphones*, mais de três vezes por semana. 85% dos estudantes mencionaram que utilizam algum desses recursos mais de 6 horas por dia. Nenhum dos participantes entende que esses recursos são difíceis de utilizar. Entendemos que todos os participantes dessa pesquisa e do experimento possuem ampla familiaridade e aceitação das tecnologias, não tendo sido encontrada nenhuma indicação de diferença do acesso e uso do ALEKS devido a esses fatores.

O terceiro objetivo específico foi: **analisar possíveis diferenças no uso do sistema e, consecutivamente, o desempenho na disciplina em função do período em que o aluno está matriculado**. Notamos algumas diferenças entre os estudantes do período diurno e

noturno. Os estudantes do período diurno tiveram maior aceitação à proposta da pesquisa e maior ânimo em iniciar o projeto. Na primeira semana de liberação do sistema, mais de 20 alunos acessaram o ALEKS e realizaram seu cadastro. Grande parte desses estudantes realizou o *initial assessment* e se mostrou interessado em dar continuidade no uso do sistema. No período noturno o que notamos foi uma resposta lenta ao uso do ALEKS. Quase um mês após liberado o acesso e menos de 20 estudantes haviam se inscrito no sistema, isso considerando a soma das duas turmas. Foi preciso uma segunda visita às salas e o aumento na bonificação de 1 para 2 pontos na nota final para que os estudantes respondessem positivamente e acessassem o sistema. Posteriormente o que verificamos foi a inversão da tendência. Os estudantes do período diurno diminuíram drasticamente o uso do sistema enquanto os estudantes do período noturno, principalmente aqueles da turma 22, aumentaram gradativamente o uso do *software*. Esses acontecimentos podem ser explicados por fatores como idade dos participantes, sendo a média de idade na turma da manhã é de 19 anos contra 22 das turmas do noturno. Pode ser explicado também pelo fato de que os estudantes do período noturno tiveram menor tempo disponível para atividades extraclasse, já que grande parte deles trabalha, e concentraram o uso e acesso em um determinado período. Entretanto, embora não se consiga explicar a diminuição dos acessos dos estudantes do período diurno, observado após as primeiras semanas da pesquisa, percebemos que os estudantes do período noturno só responderam ao chamado devido ao aumento substancial na bonificação para o acesso e uso do sistema.

O quarto objetivo específico foi: **analisar possíveis diferenças no uso do sistema e, consequentemente, desempenho na disciplina em função da bonificação adicionada à nota final, pelo uso do sistema**. Conforme mencionado no item anterior, o aumento da bonificação foi fator preponderante para reposta dos estudantes do período noturno. Entendemos que, ao se manter a bonificação em apenas 1 ponto, os estudantes do período noturno teriam ainda menores índices de acesso e uso do sistema. Como a bonificação para os estudantes do período diurno foi mantida constante do início ao final da pesquisa, não foi possível avaliar diferenças em função dessa variável. O aumento do bônus para os estudantes do período diurno poderia ter significado maior quantidade de horas de uso do sistema. Porém por ocasião da condução do experimento, consideramos que esse aumento poderia causar uma distorção nos resultados de forma a comprometer os achados. Com base nessa convicção a bonificação foi mantida até o final do experimento.

O quinto e ultimo objetivo específico foi: **comparar os resultados obtidos, na presente pesquisa, com os resultados adquiridos por Baxter e Thibodeau (2011) em uma universidade dos Estados Unidos**. A maior comparação que podemos fazer em relação aos dois trabalhos certamente é: os autores Baxter e Thibodeau encontraram um efeito positivo para o uso do sistema ALEKS enquanto que o presente trabalho não encontrou esse efeito. Porém alguns itens devem ser considerados para essa comparação. Em primeiro lugar, a amostra pesquisada por Baxter e Thibodeau não possuía a barreira do idioma, fato relatado por diversos estudantes que utilizaram o sistema e por estudantes que nem ao menos tentaram utilizar esse sistema. Conforme demonstrado anteriormente, O idioma não foi fator preponderante para os baixos índices de uso do sistema, entretanto não se pode negar que foi um fator importante e principalmente um fator desmotivador a continuidade do uso. Um segundo fator a ser considerado refere-se à aderência do sistema à disciplina. Na pesquisa de Baxter e Thibodeau, o sistema era parte integrante da disciplina e seu uso foi considerado pré-requisito para o bom desempenho na mesma. Nesta pesquisa o uso do sistema foi totalmente complementar à disciplina e de forma totalmente opcional. O sistema não foi pré-requisito para o bom desempenho na disciplina presencial. Comparando os resultados obtidos por Baxter e Thibodeau com os resultados obtidos nessa dissertação, podemos dizer que a pesquisa realizada nos Estados Unidos encontrou efeito significativo, para o uso do sistema, enquanto que a pesquisa realizada no Brasil encontrou efeito significativo apenas em uma turma, porém com algumas ressalvas. Entretanto vale destacar que, conforme descrito no texto, o *Effect Size* da pesquisa efetuada por Baxter e Thibodeau não reforça o achados no experimento. O tamanho do efeito, para os resultados encontrados, é considerado baixo para os padrões estabelecidos em pesquisas na área de Ciências Sociais aplicadas. Mesmo considerando as diferenças de cenários e os itens destacados acima, devemos ter foco, para a essa comparação, na diferença do desenho experimental. O experimento de Baxter e Thibodeau teve contornos distintos dos aplicados aqui. Essa distinção não significa maior ou menor qualidade em um ou em outro experimento, entretanto devemos ter em mente essa diferença para a comparação.

5.1 Limitações

A primeira e mais expressiva limitação ao presente trabalho certamente recai sobre a quantidade de estudantes que utilizaram o sistema da forma esperada, alcançando nota igual ou superior a cinco pelo uso do ALEKS. Como destacado anteriormente, 71 (47%) estudantes

participantes da disciplina acessaram o sistema, porém apenas 16 (10%) fizeram o uso mínimo esperado da ferramenta para que se pudesse detectar alguma interferência do seu uso no desempenho do estudante. A amostra pequena não invalidou os resultados encontrados e pode ter sido útil devido ao estágio primário desse tipo de pesquisa em instituições de ensino superior no Brasil (Slavin & Smith, 2009). Porém, é preciso destacar que esse fator foi um importante limitador para a presente pesquisa.

Outro ponto que certamente deve ser levantado como limitador do presente estudo refere-se à definição da população acessível. Apesar de possível geograficamente, optamos por não utilizar outra instituição para o experimento e mesmo dentro da Universidade de São Paulo, optamos pela concentração na disciplina de Contabilidade Introdutória apenas para os estudantes do Bacharelado em Ciências Contábeis. Vale destacar que existe o oferecimento de disciplinas de Contabilidade básica para Graduação em outros cursos. A decisão de manter a pesquisa apenas na Universidade de São Paulo deu-se pela dificuldade de acesso e acompanhamento dos estudantes e professores de outras instituições. Além desse fato, esperávamos um menor número de licenças para uso do sistema e que o escopo do experimento seria reduzido.

5.2 Contribuições

Como contribuição mais duradoura, a presente pesquisa buscou inserir, no Brasil, um protocolo de pesquisa científica, baseada no uso de experimento, para avaliar a inserção e utilização de inteligência artificial no ensino de Contabilidade. O formato e a condução da pesquisa, desde a seleção da amostra, passando pela forma de exposição aos estudantes, à coleta e análise dos dados, constituem esse protocolo, com bases sólidas para que se possa mensurar as melhorias efetivas no processo de ensino e aprendizado, resultantes da inserção de tecnologias nos cursos de Contabilidade no Brasil. Como visto anteriormente, esse tema permeia a literatura internacional há algum tempo e, dado o cenário atual da Contabilidade no Brasil, o destaque ao tema e modelo de exploração são formas de contribuir para o avanço da área. Entendemos que este protocolo encontra-se em estágio inicial e outras pesquisas devem ser feitas para que se possa validá-lo, entretanto espera-se que possa ser utilizado, criticado e melhorado por outros pesquisadores que tenham interesse em avaliar o uso de tecnologias no ambiente de ensino, principalmente as tecnologias aqui elencadas.

Como contribuição prática, esperamos que os resultados contribuam para o diálogo e para a melhoria do ambiente educacional com a inserção de tecnologias digitais no processo de ensino de Contabilidade, principalmente na Universidade de São Paulo, onde a presente pesquisa foi realizada. Ainda que o ALEKS, da forma como foi utilizado, não tenha produzido efeitos positivos sobre o desempenho dos estudantes na disciplina, o grande interesse e a boa recepção dessa iniciativa por parte dos estudantes é um ponto que merece destaque. Esperamos que esses resultados iniciem um diálogo institucional, visando inserir tecnologias digitais, principalmente aquelas baseadas em inteligência artificial, no processo de ensino de Contabilidade. Ainda que professores optem por não utilizar o sistema ALEKS, baseados nos resultados desta pesquisa, esperamos que iniciem uma reflexão sobre as possíveis vantagens que os sistemas inteligentes podem trazer em aspectos de praticidade e também de motivação dos indivíduos. Os estudantes devem desempenhar papel ativo no processo de ensino e aprendizagem e por isso acreditamos que inserí-los em um processo científico pode contribuir para a aquisição de uma postura ativa frente aos objetivos educacionais como também pode contribuir para a formação de um pensamento crítico frente aos conteúdos e formas de aprendizados aos quais estão expostos. Por fim, esperamos que este trabalho não termine após a última página dessa Dissertação. Desejamos que, de alguma forma, a pesquisa, aqui realizada, possa inspirar e motivar os envolvidos no processo e despertar o interesse de futuros pesquisadores em contribuir e contradizer os métodos e resultados aqui encontrados. Esperamos, ainda, que essa pesquisa tenha força suficiente para mudar atitude dos seus leitores frente aos temas aqui abordados, alcançando assim o maior objetivo deste trabalho.

5.3 Sugestões para futuras pesquisas

Como sugestão para o futuro, esperamos que futuras pesquisas consigam abordar o uso de sistemas inteligentes de forma alinhada à disciplina, podendo, assim, contar com uma maior participação e captar outros dados que possam reforçar ou não o uso de sistemas inteligentes no ambiente educacional. Ainda no ambiente educacional, recomendamos que futuras pesquisas olhem também para o impacto dessas ferramentas para a instituição. A aquisição de um sistema implica em diversos custos, diretos e indiretos, e em instituições públicas, como foi o presente estudo. É preciso avaliar o *trade-off* entre esses custos e os possíveis benefícios causados aos estudantes. Recomendamos também que futuras pesquisas busquem analisar o impacto de outras variáveis em relação ao acesso e uso de sistemas inteligentes pelos

estudantes de Ciências Contábeis, tais como gênero, idade, conhecimento sobre linguagem de programação, entre outros. Sugerimos também que pesquisas sejam realizadas em outras instituições, em locais distintos, para que possamos entender possíveis diferenças em relação ao uso e aceitação dessas tecnologias no ambiente de ensino. Hoje o Brasil possui cursos *online* de Ciências Contábeis com diplomas válidos e seria interessante que alguma pesquisa abordasse as possíveis diferenças entre o uso de sistemas inteligentes por estudantes de disciplinas presenciais e estudantes de disciplinas *online*.

Mudar o foco das investigações, analisando o uso do sistema por parte dos professores, assim como os impactos que um sistema inteligente pode causar no processo de docência, é também uma sugestão de futuras pesquisas envolvendo o sistema ALEKS. Os professores gastam grande quantidade de tempo obtendo informações sobre os estudantes, corrigindo provas, exercícios e analisando a interação dos estudantes em sala de aula. Analisar o impacto que um sistema inteligente pode causar nesse processo, com economia de tempo e também com ampliação da quantidade de informações captadas, assim como uso que os professores fazem das informações sobre seus estudantes, é um item que certamente merece destaque nas próximas pesquisas. Não podemos deixar de destacar e sugerir que outras pesquisas analisem o impacto do sistema ALEKS em ambientes corporativos, como por exemplo, treinamentos corporativos (MBA) e treinamentos em empresas de auditoria. Nesses ambientes a inserção de um sistema inteligente pode impactar os envolvidos de forma distinta e uma investigação nesse campo certamente seria bem vinda.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, D., Schrepp, M., & Held, T. (1994). Construction of knowledge spaces for problem solving in chess. In G. H. Fischer & D. Laming (Eds.), *Contributions to Mathematical Psychology, Psychometrics and Methodology* (pp. 123–135)
- Albert, D., & Stefanutti, L. (2003). Knowledge structures and didactic model selection in learning object navigation. In FW Hesse & Y. Tamura (Eds.), *The Joint Workshop of Cognition and Learning through Media–Communication for Advanced E-Learning (JWCL)*, September 8-9, 2003, Berlin (pp. 1-10).
- Aleven, V., McLaren, B., Roll, I., & Koedinger, K. (2006). Toward meta-cognitive tutoring: A model of help seeking with a Cognitive Tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 16(2), 101-128.
- Andere, M. A., & ARAÚJO, A. M. P. D. (2008). Aspectos da formação do professor de ensino superior de Ciências Contábeis: uma análise dos programas de pós-graduação. *Revista de Contabilidade e Finanças*, 19(48), 91-102.
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (1997). External validity of "trivial" experiments: The case of laboratory aggression. *Review of General Psychology*, 1(1), 19.
- Apostolou, B., Watson, S. F., Hassell, J. M., & Webber, S. A. (2001). Accounting education literature review (1997–1999). *Journal of Accounting Education*, 19(1), 1-61.
- Apostolou, B., Hassell, J. M., Rebele, J. E., & Watson, S. F. (2010). Accounting education literature review (2006–2009). *Journal of Accounting Education*, 28(3), 145-197.
- Apostolou, B., Dorminey, J. W., Hassell, J. M., & Watson, S. F. (2013). Accounting education literature review (2010–2012). *Journal of Accounting Education*.
- Arroyo, I., Royer, J. M., & Woolf, B. P. (2011). Using an intelligent tutor and math fluency training to improve math performance. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1), 135-152.
- Astin, A. W. (2012). *Assessment for excellence: The philosophy and practice of assessment and evaluation in higher education*. Rowman & Littlefield Publishers.
- Baker, R. S., Goldstein, A. B., & Heffernan, N. T. (2011). Detecting learning moment-by-moment. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1), 5-25.
- Baldwin, A. A., Brown, C. E., & Trinkle, B. S. (2006). Opportunities for artificial intelligence development in the accounting domain: the case for auditing. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 14(3), 77-86.

- Baldwin-Morgan, A. A. (1995). Integrating artificial intelligence into the accounting curriculum. *Accounting Education*, 4(3), 217-229.
- Barr, R. B., & Tagg, J. (1995). From teaching to learning—A new paradigm for undergraduate education. *Change: The magazine of higher learning*, 27(6), 12-26.
- Baxter, R. J., & Thibodeau, J. C. (2011). Does the Use of Intelligent Learning and Assessment Software Enhance the Acquisition of Financial Accounting Knowledge?. *Issues in Accounting Education*, 26(4), 647-656.
- Behrens, M. L., & Steinbart, P. J. (1992). Integrating expert systems and artificial intelligence in accounting: A description of the academic program at Memphis State University. *Expert Systems with Applications*, 4(2), 219-223.
- Beetham, H. & Bailey, P. (2002). Professional development for organizational change. *Academic and educational development: Research, evaluation and changing practice in higher education*, 164-176
- Bickman, L., Rog, D. J., & Hedrick, T. E. (1998). Applied research design: A practical approach. In D. Bickman e Rog (Eds.), *Handbook of applied social research methods*, pp. 5-38. Sage Publications.
- Boer, G. B., & Livnat, J. (1990). Using expert systems to teach complex accounting issues. *Issues in Accounting Education*, 5(1), 108-119.
- Borthick, A. F., & Clark, R. L. (1987). Research on computing in accounting education: Opportunities and impediments. *Issues in Accounting Education*, 2(2), 173-192.
- Brown, C. E., Baldwin-Morgan, A. A., & Sangster, A. (1995). Expert systems in accounting education—a literature guide. *Accounting Education*, 4(3), 283-296.
- Bryant, S. M., & Hunton, J. E. (2000). The use of technology in the delivery of instruction: Implications for accounting educators and education researchers. *Issues in Accounting Education*, 15(1), 129-162.
- Campbell, D. T. (1957). Factors relevant to the validity of experiments in social settings. *Psychological bulletin*, 54(4), 297.
- Campbell, D. T. & Stanley, J. (1979). *Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa*. São Paulo, EPU-EDUSP, 138p.
- Chen, W., Mostow, J., & Aist, G. (2011). Recognizing Young Readers' Spoken Questions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(4), 255-269.
- Chi, M., VanLehn, K., Litman, D., & Jordan, P. (2011). An evaluation of pedagogical tutorial tactics for a natural language tutoring system: A reinforcement learning approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1), 83-113.

- Davis, S. W., & Sherman, W. R. (1996). The accounting education change commission: a critical perspective. *Critical perspectives on accounting*, 7(1), 159-189.
- Doignon, J. P., & Falmagne, J. C. (1985). Spaces for the assessment of knowledge. *International journal of man-machine studies*, 23(2), 175-196.
- Doignon, J. P., & Falmagne, J. C. (1999). *Knowledge spaces*. Springer.
- Dowling, C. E., Hockemeyer, C., & Ludwig, A. H. (1996). Adaptive assessment and training using the neighbourhood of knowledge states. In *Intelligent tutoring systems* (pp. 578-586). Springer Berlin Heidelberg.
- Dowling, C. E., & Hockemeyer, C. (1998). Computing the intersection of knowledge spaces using only their basis In C. E. Dowling, F. S. Roberts & P. Theuns (Eds.). *Recent progress in mathematical psychology*, 133-141.
- Downes, S. We don't need no educator: the role of the teacher in today's online education. *Palestra proferida na NADE Conference* (The National Association for Development of Education), 2011. Disponível em: <http://www.downes.ca/presentation/286>. Acesso em setembro de 2013.
- Er, M. C., & Ng, A. C. (1989). The use of computers in accountancy courses: a new perspective. *Accounting and Business Research*, 19(76), 319-326.
- Falmagne, J. C., Koppen, M., Koedinger & Aleven, 2007) o, M., Doignon, J. P., & Johannesen, L. (1990). Introduction to knowledge spaces: How to build, test, and search them. *Psychological Review*, 97(2), 201.
- Falmagne, J. C., Cosyn, E., Doignon, J. P., & Thiéry, N. (2006). The assessment of knowledge, in theory and in practice. In *Formal concept analysis* (pp. 61-79). Springer Berlin Heidelberg.
- Friedman, M., Rushinek, A., & Rushinek, S. (2006). The effect on achievement of using emerging technology in the managerial accounting course. *The Accounting Educators' Journal*, 16, 25-40.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (2007). *Educational research: An introduction*. 8th edition, Pearson.
- Gredler, M. E. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, pp. 571-581, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Graesser, A. C., VanLehn, K., Rosé, C. P., Jordan, P. W., & Harter, D. (2001). Intelligent tutoring systems with conversational dialogue. *AI magazine*, 22(4), 39.

- Gibbs, G. (2004). Mejorar la enseñanza y el aprendizaje universitario mediante estrategias institucionales. *Educación*, (33), 11-30.
- Grimes, P. W., & Willey, T. E. (1990). The effectiveness of microcomputer simulations in the principles of economics course. *Computers & Education*, 14(1), 81-86.
- Guskey, T. R. (2003). How classroom assessments improve learning. *Educational Leadership*, 60(5), 6-11.
- Harp, S. A., Samad, T., & Villano, M. (1995). Modeling student knowledge with self-organizing feature maps. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 25(5), 727-737.
- Henry, G. T. (1998). Practical Sampling. In D. Bickman e Rog (Eds.), *Handbook of applied social research methods*, pp. 101-126. Sage Publications.
- Hill, J. R., Wiley, D., Nelson, L. M., & Han, S. (2004). Exploring research on Internet-based learning: From infrastructure to interactions In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, pp. 443-460, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Hobbs, P., & Judge, G. (1992). Computers as a tool for teaching economics. *Computers & Education*, 19(1), 67-72.
- Holt, P., & Wood, P. (1990). Intelligent Tutoring Systems: A Review for Beginners. *Canadian Journal of Educational Communication*, 19(2), 107-23.
- Jensen, R. E., & Sandlin, P. K. (1992). Why do it? Advantages and dangers of new waves of computer-aided teaching/instruction. *Journal of Accounting Education*, 10(1), 39-60.
- Johnson, B. G., Phillips, F., & Chase, L. G. (2009). An intelligent tutoring system for the accounting cycle: Enhancing textbook homework with artificial intelligence. *Journal of Accounting Education*, 27(1), 30-39.
- Johnson, W. L., Vilhjálmsón, H. H., & Marsella, S. (2005). Serious games for language learning: How much game, how much AI?. In *AIED* (Vol. 125, pp. 306-313).
- Jones, C. J. (1996). Assessment and accounting education. *Accounting Education: an international journal*, 5(2), 99-101.
- Kahl, S. (2005). Where in the world are formative tests? Right under your nose!. *Education Week*, 25(September (4)), 11

- Kerr, S. T. (2004). Toward a sociology of educational technology. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, pp. 113-142, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kimmel, P. (1995). A framework for incorporating critical thinking into accounting education. *Journal of Accounting Education*, 13(3), 299-318.
- Klenowski, V. (2009). Editorial: Assessment for learning revisited: An Asia-Pacific perspective. *Assessment in Education: Principles, Policy, and Practice*, 16(3), 263–268.
- Koedinger, K. R., Anderson, J. R., Hadley, W. H., & Mark, M. A. (1997). Intelligent tutoring goes to school in the big city. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 8, 30-43.
- Koedinger, K. R., & Aleven, V. (2007). Exploring the assistance dilemma in experiments with cognitive tutors. *Educational Psychology Review*, 19(3), 239-264.
- Koppen, M., & Doignon, J. P. (1990). How to build a knowledge space by querying an expert. *Journal of Mathematical Psychology*, 34(3), 311-331.
- Leauby, B. A., & Brazina, P. (1999). Concept mapping: Potential uses in accounting education. *Journal of Accounting Education*, 16(1), 123-138.
- Lévy, P. (2007). *Cibercultura*. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora, 34.
- Libby, R.; P.A. Libby; AND D.G. Short. *Financial Accounting*. Seventh edition. New York, NY: McGraw-Hill/Irwin, 2011.
- Litman, D. J., & Silliman, S. (2004). ITSPOKE: An intelligent tutoring spoken dialogue system. In *Demonstration Papers at HLT-NAACL 2004* (pp. 5-8). Association for Computational Linguistics.
- Lipsey, M. W. (1998). Design sensitivity: Statistical power for experimental research. In D. Bickman e Rog (Eds.), *Handbook of applied social research methods*, pp. 39-68. Sage Publications
- Luppici, R. (2005). A systems definition of educational technology in society. *Educational Technology & Society*, 8(3), 103-109.
- Macdonald, R. (2002). Educational development: research, evaluation and changing practice in higher education. *Academic and educational development: Research, evaluation and changing practice in higher education*, 3-13.

- May, G. S., Windal, F. W., & Sylvestre, J. (1996). The need for change in accounting education: an educator survey. *Journal of accounting education*, 13(1), 21-43.
- McCarthy, J. (n.d.) What is artificial intelligence? Recuperado em 28/10/2013, de <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>
- McDuffie, R. S., & Smith, L. M. (2006). Impact of an audit reporting expert system on learning performance: a teaching note. *Accounting Education: an international journal*, 15(01), 89-102.
- McIsaac, M. S., & Gunawardena, C. N. (2004). Distance education. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, pp. 355-396, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- McLellan, H. (2004). Virtual realities. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, pp. 461-498, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Miranda, G. J., Araújo L. A. A., Casa Nova, S. P., & Cornacchione, E. B. (2013). A Pesquisa em Educação Contábil: Produção Científica e Preferências de Doutores no Período de 2005 a 2009. *Revista de Contabilidade e Finanças*, 24(61), 75-88.
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2), 199-218.
- Nicholson, A. H. (1999). Interactive Accounting: Byzantium. *Accounting Education*, 8(3), 267-270.
- Paden, D. W., & Barr, M. D. (1980). Computer-assisted instruction in an elementary college economics course. *Computers & Education*, 4(4), 259-267.
- Pagano, R. (2001). *Understanding statistics in the behavioral sciences*. Wadsworth.
- Passos, I. C. (2011). Raciocínio crítico de estudantes de graduação em ciência contábeis: Aplicação do modelo instrucional de Richard Paul. Tese de Doutorado, Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Peirce, N., Conlan, O., & Wade, V. (2008). Adaptive educational games: Providing non-invasive personalised learning experiences. In *Digital Games and Intelligent Toys Based Education, 2008 Second IEEE International Conference on* (pp. 28-35). IEEE.
- Permut, S. E., Michel, A. J., & Joseph, M. (1976). The researcher's sample: A review of the choice of respondents in marketing research. *Journal of Marketing Research*, 278-283.

- Phillips, F., & Johnson, B. G. (2011). Online homework versus intelligent tutoring systems: Pedagogical support for transaction analysis and recording. *Issues in Accounting Education*, 26(1), 87–97.
- Postareff, L., Virtanen, V., Katajavuori, N., & Lindblom-Ylänne, S. (2012). Academics' conceptions of assessment and their assessment practices. *Studies in Educational Evaluation*, 38(3), 84-92.
- Romiszowski, A. & Mason, R. (2004). COMPUTER-MEDIATED COMMUNICATION. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, pp. 397-431, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rebele, J. E., Stout, D. E., & Hassell, J. M. (1991). A review of empirical research in accounting education: 1985–1991. *Journal of Accounting Education*, 9(2), 167-231.
- Rebele, J. E., Apostolou, B. A., Buckless, F. A., Hassell, J. M., Paquette, L. R., & Stout, D. E. (1998). Accounting education literature review (1991–1997), part II: students, educational technology, assessment and faculty issues. *Journal of Accounting Education*, 16(2), 179-245.
- Reichardt, C. S., & Mark, M. M. (1998). Quasi-experimentation. In D. Bickman e Rog (Eds.), *Handbook of applied social research methods*, pp. 193-228. Sage Publications.
- Robertson, M. (1976). Artificial intelligence in education. *Nature*, 262, 435-437.
- Russell, S. & Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd edition, Prentice Hall, NJ.
- Sangster, A., & Lymer, A. (1998). How to survive a new educational era. *Issues in Accounting Education*, 13(4), 1095–1109.
- Sangster, A., & Wilson, R. A. (1991). Knowledge-based learning within the accounting curriculum. *The British Accounting Review*, 23(3), 243-261.
- Sangster, A., & Mulligan, C. (1997). Integrating the World Wide Web into an accounting systems course. *Accounting Education*, 6(1), 53-62.
- Sangster, A., Stoner, G. N., & McCarthy, P. (2008). The market for Luca Pacioli's *Summa arithmetica*. *The Accounting Historians Journal*, 111-134.
- Seels, B., Fullerton, K., Berry, L., & Horn, L. J. (2004). In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2, pp. 249-334, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Slavin, R., & Smith, D. (2009). The relationship between sample sizes and effect sizes in systematic reviews in education. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(4), 500-506.

- Smith, L. M., & McDuffie, R. S. (1996). Using an expert system to teach accounting for business combinations. *Expert Systems with Applications*, 10(2), 181-191.
- Stamper, J., Barnes, T., & Croy, M. (2011). Enhancing the automatic generation of hints with expert seeding. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1), 153-167.
- Steagall, J. W., & Mason, P. M. (1994). Technology in the classroom: using PCs to teach business and economic statistics. *Computers & Education*, 23(4), 253-259.
- Villano, M. (1992). Probabilistic student models: Bayesian belief networks and knowledge space theory. In *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 491-498). Springer Berlin Heidelberg.
- Warburton, S. (2009). Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 414-426.
- Watson, S. F., Apostolou, B., Hassell, J. M., & Webber, S. A. (2003). Accounting education literature review (2000–2002). *Journal of Accounting Education*, 21(4), 267-325.
- Watson, S. F., Apostolou, B., Hassell, J. M., & Webber, S. A. (2007). Accounting education literature review (2003–2005). *Journal of Accounting Education*, 25(1), 1-58.
- Williams, B. C. (1992). Computers BITE accounting education. *Accounting Education*, 1(4), 343-346.
- Wiliam, D. (2011). What is assessment for learning?. *Studies in Educational Evaluation*, 37(1), 3-14.

7 APÊNDICES

7.1 Syllabus do curso

ALEKS® Course Syllabus

Course Name: Contabilidade Introdutória - EAC0106_21	Course Code: EMM6G-LPXHL
ALEKS Course: Financial Accounting (Corporation)	Instructor: Prof. Souza
Course Dates: Begin: 03/26/2014 End: 03/26/2015	Course Content: 121 topics

Accounting Cycle (41 topics, no due date)

- Types of accounts
- Information classification into assets, liabilities, and change of equity
- Information classification into revenue, expense, or other
- Information classification into financial statements
- Account classification into financial statements
- Balancing the basic accounting equation
- Basic structure of the Balance Sheet, the Income Statement, and the Statement of Changes in Retained Earnings
- Effect of transactions on accounts
- Effects of a transaction on assets, liabilities, and equity: Problem type 1
- Effects of a transaction on assets, liabilities, and equity: Problem type 2
- Changes to stockholders' equity: Problem type 1
- Changes to stockholders' equity: Problem type 2
- Completing a corporate balance sheet
- Completing an income statement
- Completing a retained earnings statement
- Creating a basic income statement
- Creating a basic equity statement
- Creating a basic balance sheet
- Basic tabular transaction
- Components of annual report
- Normal account balances
- Trial balance errors
- Basic journal entry with the step-through method
- Journalization of transactions
- Ending balances of accounts
- Adjusting entry calculations
- Adjusting entries: Accruals
- Adjusting entries with deferrals: Problem type 1
- Adjusting entries with deferrals: Problem type 2
- Property, plant, and equipment section of a balance sheet: Basic problem
- Effects of adjusting entries on financial statements: Problem type 1
- Effects of adjusting entries on financial statements: Problem type 2
- Permanent and temporary accounts
- Closing entries
- Effects of closing entries on account balances
- Correcting entries
- Reversing entries: Selecting which entries should be reversed
- Reversing entries: Preparing a reversing entry
- Creating a balance sheet with asset depreciation
- Balance sheet subtotals
- Balance sheet classification

Merchandising and Inventory (31 topics, no due date)

- Normal account balances for a retail company
- Account classification for a retail company
- Merchandising: FOB Shipping point or Destination and Discount

- Merchandising: Computing amount due
- Buyer's retail entries: Problem type 1
- Buyer's retail entries: Problem type 2
- Buyer's retail entries: Problem type 3
- Seller's retail entries: Problem type 1
- Seller's retail entries: Problem type 2
- Merchandising: Amount received by seller with FOB Shipping point and freight prepaid
- Seller's retail entries: Problem type 3
- Parts of the retail income statement
- Merchandising: Computing income statement amounts
- Preparing a retail income statement
- Merchandising: Closing entries
- Inventory costs
- Merchandise inventory calculation: FOB and consigned goods
- Inventory errors: Problem type 1
- Inventory errors: Problem type 2
- FIFO versus LIFO
- Use of perpetual inventory system for merchandise inventory calculation
- Use of periodic inventory system for merchandise inventory calculation: Problem type 1
- Use of periodic inventory system for merchandise inventory calculation: Problem type 2
- Periodic inventory: Buyer's entries
- Perpetual inventory: Adjusting the Merchandise Inventory account
- Merchandise inventory: Lower of cost or market method
- Inventory estimation techniques: Gross profit method
- Inventory estimation techniques: Retail inventory method
- Income statement with periodic inventory: Problem type 1
- Income statement with periodic inventory: Problem type 2
- Income statement with periodic inventory: Problem type 3

Receivables (15 topics, no due date)

- Revenue recognition: Basic questions
- Revenue recognition: Percentage of completion
- Revenue recognition: Installment sales
- Maturity dates
- Computing interest on a promissory note
- Computing principal, interest rate, or term of a promissory note
- Notes receivable: Basic journal entry
- Notes receivable: Recording accrued interest
- Bad debts expense: Direct write-off method
- Bad debts expense: Percentage of sales method
- Bad debts expense: Balance sheet approach
- Allowance method: Journal entry
- Accounts receivable in the balance sheet
- Changes to net realizable value
- Customer's discounted notes receivable: Journal entry

Property, Plant, and Equipment (18 topics, no due date)

- Acquisition of an asset
- Acquisition of an asset: Date to compute depreciation
- Revenue versus capital expenditures
- Revenue versus capital expenditures: Journal entry
- Straight-line depreciation of asset purchased at beginning of year
- Double-declining-balance depreciation of asset purchased at beginning of year
- Sum-of-the-years'-digits depreciation of asset purchased at beginning of year
- Straight-line depreciation of asset purchased during the year
- Units-of-production depreciation of asset purchased during the year
- Double-declining-balance depreciation of asset purchased during the year
- Sum-of-the-years'-digits depreciation of asset purchased during the year
- Revision of depreciation
- Scrapping an asset
- Selling an asset
- Trading in a plant asset for another
- Amortization calculations
- Depletion

- Property, plant, and equipment section of balance sheet: Advanced problem

Current Liabilities, Payroll, Warranties, and Discounted Notes (10 topics, no due date)

- Accounting for contingencies
- Interest computation with notes payable: Problem type 1
- Interest computation with notes payable: Problem type 2
- Accounting for accrued interest payable: Journal entries
- Accounting for issued note payable on account: Journal entry
- Accounting for short-term note payable: Journal entry
- Accounting for discounted notes payable: Journal entry
- Balance sheet presentation: Discounted notes payable
- Balance sheet effects of discounted notes payable: Problem type 1
- Balance sheet effects of discounted notes payable: Problem type 2

Partnerships (6 topics, no due date)

- Calculation of profit and loss in a partnership: Basic problem type 1
- Calculation of profit and loss in a partnership: Basic problem type 2
- Calculation of profit and loss in a partnership: Advanced problem type 1
- Calculation of profit and loss in a partnership: Advanced problem type 2
- Calculation of ending capital balances in a partnership: Problem type 1
- Calculation of ending capital balances in a partnership: Problem type 2

7.2 Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa intitulado: **O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE CONTABILIDADE** que tem como pesquisadores responsáveis: Mestrando Marcelo Cunha de Souza (marcelocs@usp.br) e Prof. Dr. Edgard Cornacchione Jr. (edgardbc@usp.br), do Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, que podem ser contatados pelos e-mails, acima informados, ou pelos telefones (11) 3091-5820 e (11) 98101-8880.

O presente trabalho tem por objetivos: **AVALIAR EXPERIMENTALMENTE EM QUAL EXTENSÃO O ENSINO TRADICIONAL DE CONTABILIDADE INTRODUTÓRIA PODE SER COMPLEMENTADO OU ATÉ MESMO SUBSTITUÍDO PELO SISTEMA ALEKS.**

E minha participação consistirá em:

- 1) **Utilizar um sistema artificial inteligente no apoio ao aprendizado, realizando as tarefas, testes e quizzes propostos dentro do ambiente virtual, durante o período de 01/04/2014 até 30/06/2014.**
- 2) **Ao final do uso participar de uma pesquisa ou entrevista sobre o ambiente virtual de ensino e sobre a experiência no uso do sistema.**

Compreendo que este estudo possui finalidade de pesquisa, portanto não receberei nenhum tipo de remuneração, que os dados obtidos serão confidenciais e serão divulgados, seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo, anonimato e privacidade sobre a minha participação.

Tenho garantido o direito de não aceitar participar da pesquisa e ainda, durante todo o período, tenho garantido o direito de retirar minha permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação pela minha decisão.

Local: _____ Data: ____/____/____

Nome: _____

Assinatura: _____

7.3 Pré-teste

Avaliação Inicial de Contabilidade Introdutória

1) São todas contas patrimoniais, exceto:

- a) Caixa, Clientes, Fornecedores
- b) Capital Social, Bancos, Duplicatas a pagar
- c) Imóveis, Marcas e patentes, Salários a pagar
- d) Duplicatas a receber, Estoques, Veículos
- e) Bancos, Despesa de Salários, Despesa de Aluguéis

2) Marque a alternativa em que todas as contas são de natureza devedora:

- a) Caixa, Clientes, Impostos a Recuperar
- b) Bancos, Imóveis, Duplicatas descontadas
- c) Capital social, Fornecedores, Estoques
- d) Veículos, Impostos a Recolher, Depreciação Acumulada
- e) Aluguéis ativos, Móveis, Impostos a Recolher

3) Qual demonstração melhor informa o lucro de uma empresa, em um determinado intervalo de tempo?

4) Cite, pelo menos, dois métodos de avaliação dos estoques de uma entidade?

5) Uma conta cuja movimentação influencia o saldo do grupo Patrimônio Líquido é a conta:

Observe abaixo a relação de todas as contas da Empresa Comercial ABC LTDA com os respectivos saldos para responder às questões de 6 a 8

CONTAS	SALDOS
Fornecedores	R\$ 25.000,00
Imóveis	R\$ 1.890.987,00
Clientes	R\$ 890.000,00
Veículos	R\$ 144.000,00
Impostos a Pagar	R\$ 54.890,00
Lucros Acumulados	R\$ 1.290.132,00
Caixa	R\$ 1,23
Receita de Vendas	R\$ 5.890.432,12
Aluguel a Pagar	R\$ 42.000,00
Marcas e Patentes	R\$ 1.500,00
Duplicatas Descontadas	R\$ 1.009,62
Despesas Administrativas	R\$ 1.238.577,09
Estoques	R\$ 4.138.398,42
Capital Social	R\$ 1.000.000,00

6) Qual o Valor dos Ativos da Empresa Comercial ABC LTDA?

7) A diferença entre as Receitas e Despesas é de?

8) Qual o Valor do Patrimônio Líquido da Empresa Comercial ABC LTDA?

9) Para cada item, abaixo listado, indique a que grupo de contas o mesmo pertence:

Máquinas e Equipamentos	<hr/>
Ações em Tesouraria	<hr/>
Títulos Mantidos até o Vencimento	<hr/>
Prêmios de Seguro Pagos Antecipadamente	<hr/>

Com base nas transações da empresa Morgam Comercial S/A, abaixo relacionadas, responda as questões de 10 a 15.

- a) Em 02/01/2010, a empresa comprou, a vista, R\$ 200.000,00 em mercadorias para seu estoque.
- b) Em 05/01/2010 a empresa vendeu, a prazo, metade do seus estoques por R\$ 550.000,00.
- c) Em 15/02/2010 a empresa comprou, a prazo, R\$ 310.000,00 em mercadorias para seu estoque.
- d) Em 30/03/2010 a empresa adquiriu um Veículo para entregas, no valor de R\$ 17.000,00 e efetuou o pagamento a vista (ignorar efeitos da depreciação).
- e) Em 02/04/2010 a empresa alugou um depósito para guardar seus estoques, pelo valor de R\$ 3.000,00 mensais. Conforme contrato, a primeira parcela do aluguel só deverá ser paga 180 após o início do contrato.
- f) Em 10/05/2010 a empresa vendeu o restante dos estoques por R\$ 1.800.000,00.

10) Contabilize a compra ocorrida no dia 02/01/2010.

11) Contabilize a venda ocorrida em 05/01/2010.

12) Qual o valor da conta de estoques em:

31/01/2010	<hr/>
28/02/2010	<hr/>
31/03/2010	<hr/>
30/04/2010	<hr/>

13) Qual o lucro da empresa no período de 01/01/2010 a 31/03/2010?

14) Qual o saldo da conta Alugueis a pagar em:

31/03/2010 _____

30/04/2010 _____

31/05/2010 _____

30/06/2010 _____

15) Admitindo que o Patrimônio Líquido da empresa Morgam Comercial S/A em 31/12/2009 era composto apenas de Capital Social, no valor de R\$ 250.000,00, qual o valor do Patrimônio Líquido da empresa em 30/06/2010?

7.4 Pesquisa de Adequação e uso do Sistema ALEKS

PESQUISA DE ADEQUAÇÃO E USO DO SISTEMA ALEKS					
Este questionário integra um projeto de mestrado que visa a utilização de novas formas para o ensino-aprendizagem do conteúdo inerente à Contabilidade Introdutória utilizando recursos de Inteligência Artificial e padrões web.					
SUA PARTICIPAÇÃO É FUNDAMENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO!					
1) Algumas informações sobre você.					
Por favor, preencha os dados abaixo para que possamos conhecer melhor o perfil da turma.					
Idade: _____					
Sexo: ()Feminino ()Masculino					
Qual foi sua primeira opção no vestibular:					
()Ciências Contábeis ()Administração ()Economia ()Atuária ()Não prestou vestibular ()Outros					
2) Sobre o uso de tecnologias.					
Por favor, aponte seu grau de discordância ou concordância com as afirmações abaixo.					
	Discordo Totalmente	Discordo	Não Discordo nem Concordo	Concordo	Concordo Totalmente
2.1- Em geral, COMPUTADORES são fáceis de se usar.					
2.2 - Em geral, SISTEMAS ON-LINE são fáceis de se usar.					
2.3 - Em geral, SISTEMAS ON-LINE DE ENSINO são fáceis de se usar.					
2.4 - Você utiliza algum recurso tecnológico: computador, smartphone ou tablet mais de três vezes por semana?					
()Sim ()Não					
2.5 - Quantas horas por dia você gasta, em média, utilizando recursos tecnológicos digitais?					
()Mais de 6 horas ()1 a 6 horas ()Menos de 1 hora ()Não utilizo					
2.6 - Em quais locais você utiliza recursos tecnológicos digitais?					
()No Trabalho ()Na Faculdade ()Em casa ()Não utilizo ()Outros _____					
2.7 - Numa escala de 0 a 10, que nota você atribui à sua familiaridade com recursos tecnológicos digitais?					
3) Sobre a acessibilidade do sistema ALEKS.					
Por favor, aponte seu grau de discordância ou concordância com as afirmações abaixo. Caso não tenha acessado o sistema vá para o item 5.					
	Discordo Totalmente	Discordo	Não Discordo nem Concordo	Concordo	Concordo Totalmente
3.1 - O acesso ao sistema é simples e rápido.					
3.2 - A forma de acesso ao sistema é adequada.					
3.3 - Consegui acessar o sistema sem problemas.					
3.4 - A navegação nos menus do sistema é simples.					
3.5 - Facilmente encontrei todos os itens que procurava.					
3.6 - As telas são carregadas rapidamente.					
3.7 - Numa escala de 0 a 10, que nota você atribui à acessibilidade do sistema?					
4) Sobre o sistema ALEKS.					
Por favor, aponte seu grau de discordância ou concordância com as afirmações abaixo. Caso não tenha acessado o sistema vá para o item 5.					
	Discordo Totalmente	Discordo	Não Discordo nem Concordo	Concordo	Concordo Totalmente
4.1 - As tarefas propostas estão alinhadas à disciplina presencial.					
4.2 - As tarefas são propostas de forma clara e objetiva.					
4.3 - Os exemplos e dicas constantes nas tarefas são adequados.					
4.4 - O retorno dado pelo sistema é adequado.					
4.5 - Os resultados são apresentados de forma clara e precisa.					
4.6 - O conteúdo está alinhado à disciplina presencial.					
4.7 - Os conteúdos estão dispostos de forma adequada.					
4.8 - A sequência dos conteúdos está adequada.					
4.9 - As tarefas estão bem distribuídas em relação ao conteúdo.					
4.10 - A quantidade de tarefas estava adequada.					
4.11 - Os tipos de tarefas eram adequados.					
4.12 - O sistema é útil como apoio ao ensino de contabilidade.					
4.13 - Numa escala de 0 a 10, que nota você atribui ao uso que você fez do sistema ALEKS?					

Vire a página, por favor!

5) Sobre a utilização de sistemas de apoio ao ensino.

Por favor, aponte seu grau de discordância ou concordância com as afirmações abaixo.

	Discordo Totalmente	Discordo	Não Discordo nem Concordo	Concordo	Concordo Totalmente
5.1 - O uso de um sistema de apoio educacional afeta meu desempenho nas disciplinas.					
5.2 - O uso de um sistema de apoio educacional na internet melhora meu desempenho nas disciplinas.					
5.3 - O idioma é barreira para o uso do sistema ALEKS.					
5.4 - O incentivo dado para o uso do sistema ALEKS foi adequado.					
5.5 - O propósito do uso do sistema ALEKS foi informado de forma clara e adequada.					
5.6 - O tempo proposto para uso do sistema ALEKS foi adequado.					
5.7 - O uso do sistema ALEKS é importante para meu desempenho na disciplina EAC0106.					
5.8 - Eu utilizaria o sistema ALEKS, com outros conteúdos, em outras disciplinas.					
5.9 - Numa escala de 0 a 10, que nota você atribui ao seu interesse em utilizar o sistema ALEKS?					

6) Comentários gerais sobre a pesquisa e sobre o sistema ALEKS.

Por favor, utilize este espaço para críticas, sugestões, reclamações e elogios.

7) Caso você tenha interesse em receber os resultados desta pesquisa, informe seu e-mail abaixo