

APRENDE - Um novo sistema tutor inteligente para auxiliar nas dificuldades dos conteúdos de algoritmos e programação

Sandro da Silva Camargo¹, Cristian Cechinel²

¹Campus Bagé – Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
Caixa Postal 07 – CEP 96.413-170 – Bagé – RS – Brasil

²Centro de Educação à Distância – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
CEP 96.010-000 – Pelotas – RS – Brasil

sandro.camargo@unipampa.edu.br, contato@crisiancechinel.pro.br

Abstract. *Quality difference between public and private schools is a well-know problem in Latin America. Typically, public schooled students who star at the University have a inferior performance than private ones. In order to diminish this inequality, a group of Latin-American universities have studied their realities and have created a Intelligent Tutoring System called APRENDE, which implements some innovative educational technologies adapted for Latin-American context. Results obtained by using APRENDE in these universities have shown a performance improvement around 40% of students coming from public schools for the specific context of Algorithms and Programming topics.*

Resumo. *A diferença de qualidade entre escolas públicas e privadas é um problema bem conhecido na América Latina. Quando chegam à universidade, alunos egressos de escolas públicas, tipicamente, têm desempenho acadêmico inferior aos egressos de escolas privadas. Visando diminuir esta desigualdade, um grupo de universidades latino-americanas estudou suas realidades e construiu um Sistema Tutor Inteligente, chamado APRENDE, que implementa algumas tecnologias educacionais inovadoras adaptadas para o contexto latino-americano. Os resultados obtidos com a utilização do APRENDE nestas universidades mostraram um aumento em torno de 40% do desempenho dos alunos egressos de escolas públicas para o contexto específico dos conteúdos de Algoritmos e Programação.*

1. Introdução

Na maioria dos países da América Latina, a baixa qualidade da educação em nível fundamental e médio é um problema bem conhecido. Além disso, existem realidades completamente diferentes entre as escolas públicas e as escolas privadas. Em casos típicos, as escolas privadas oferecem uma educação personalizada e de qualidade mais alta, porém restrita para os alunos cujas famílias podem arcar com seus custos. Isso é possível porque a capacidade de investimento das escolas privadas possibilita acesso a melhores recursos didáticos, tais como professores, tecnologias, materiais e métodos pedagógicos, gerando um ambiente propício para formar alunos melhor preparados para os desafios em um mundo extremamente competitivo. O grande impacto gerado pela diferença entre estas duas realidades educacionais, pública e privada, é fortemente sentido quando estes alunos passam a compartilhar a mesma sala de aula dentro da universidade, onde os alunos

egressos de escolas públicas têm uma notória desvantagem em termos de desempenho acadêmico. Isso gera a necessidade de um esforço adicional para que eles consigam atingir o mesmo patamar dos egressos de escolas privadas, já que os professores geralmente são responsáveis por turmas numerosas, o que dificulta a identificação das carências individuais de seus alunos [Ochoa et al. 2011].

Visando contribuir na solução deste problema, foi desenvolvido, através de uma iniciativa conjunta entre universidades da América Latina e Europa, o projeto Inovação para Igualdade na Universidade Latino-americana (IGUAL). O objetivo principal do projeto IGUAL é melhorar, através do uso de soluções de aprendizagem inovadoras, a acessibilidade das Instituições de Ensino Superior (IES) latino-americanas para os alunos egressos de escolas públicas [IGUAL Team 2011]. As universidades da América Latina que desenvolvem o projeto IGUAL são: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) do Equador, Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) do México, Universidad Austral de Chile (UACH), Universidad de los Andes (UNIANDÉS) da Colômbia e Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) do Brasil. Este grupo é coordenado por duas universidades européias: Tampere University of Applied Sciences (TAMK) da Finlândia e Technical University of Civil Engineering (TUCEB) da Romênia. A fim de contribuir para o melhor gerenciamento do projeto, estas universidades parceiras definiram como foco comum de todos os seus esforços a criação de soluções de aprendizagem para as disciplinas introdutórias de programação de computadores.

Dentro deste escopo, o presente trabalho visa apresentar a ferramenta APRENDE, que é um Sistema Tutor Inteligente (STI) desenvolvida como um dos produtos finais do projeto IGUAL, e relatar a melhora de desempenho acadêmico dos alunos que a utilizaram. O principal objetivo do APRENDE é aumentar a acessibilidade do ensino superior nas instituições latino-americanas. Este objetivo é atingido através do fornecimento de recursos e tecnologias de aprendizagem para um público-alvo composto, tipicamente, por alunos egressos de escolas públicas, que tem um maior nível de dificuldade nos seus estudos. A partir da utilização destes recursos e tecnologias, os alunos com dificuldade tendem a aprimorar seu desempenho acadêmico, diminuindo a diferença em relação aos colegas egressos de escolas privadas. A mensuração da melhora de desempenho foi obtida através da aplicação de cursos piloto nas cinco universidades latino-americanas participantes do projeto.

O projeto IGUAL foi financiado com recursos do Programa ALFA III, da Comissão Européia, que é um programa de cooperação entre IES da União Europeia e da América Latina. O objetivo do programa ALFA III é a promoção do Ensino Superior na América Latina como meio de contribuir para o desenvolvimento econômico e social da região [European Commission 2007]. O projeto IGUAL buscou contribuir em duas das três prioridades do programa ALFA III. A primeira delas se refere à adoção de tecnologias de aprendizagem inovadoras para auxiliar a modernização das IES da América Latina. Além disso, estas tecnologias visaram auxiliar os grupos de estudantes com maiores dificuldades e, principalmente, foram implementadas em dois dos países mais pobres da região: Equador e Colômbia. A segunda se refere à criação de soluções que irão necessitar de uma troca intensa de idéias, materiais de aprendizagem, ferramentas, metodologias e resultados em um nível nunca antes vistos na região, na área de tecnologias de aprendizagem. Esta colaboração reforçou as redes regionais existentes, tais como a Comunidade Latino-

americana de Objetos de Aprendizagem (LACLO)[Cechinel 2013], criando ligações com as redes européias, tais como a Codewitz [Mazilu 2013].

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a seção *Análise de Necessidades* resume as formas pelas quais foi estudado o ambiente educacional na América Latina, mais especificamente focado nas realidades das universidades parceiras. A seção seguinte, chamada *Soluções Propostas*, apresenta as ferramentas que foram desenvolvidas para atender os alunos no ambiente de ensino superior latino-americano. A seção *Experimentos e Resultados* é dedicada à descrição dos experimentos realizados e discussão a respeito dos resultados obtidos. Já a seção *Conclusões* descreve as conclusões e aponta os próximos passos deste trabalhos.

2. Análise de Necessidades

2.1. Análise de Contexto

A fim de potencializar os resultados obtidos com o projeto IGUAL e com a utilização da ferramenta, foi realizada uma pesquisa detalhada a compreender a realidade da educação superior na América Latina. Esta pesquisa buscou especificamente o levantamento de necessidades nas cinco universidades latino-americanas participantes do projeto. A primeira análise realizada foi a comparação entre as notas obtidas pelos alunos em uma disciplina introdutória da área de programação, levando em conta sua escola de origem. A fim de classificar os alunos de acordo com seu grupo de formação, foi solicitado a eles que respondessem uma pergunta dentro do ITS informando tal classe. Desta forma, foi possível classificar os alunos em: egressos de escolas públicas, egressos de escolas privadas, ambas e desconhecido. O grupo ambas indica alunos que tiveram sua formação dividida entre escolas públicas e privadas. O grupo desconhecido refere-se aos alunos que não responderam a pergunta dentro do ITS.

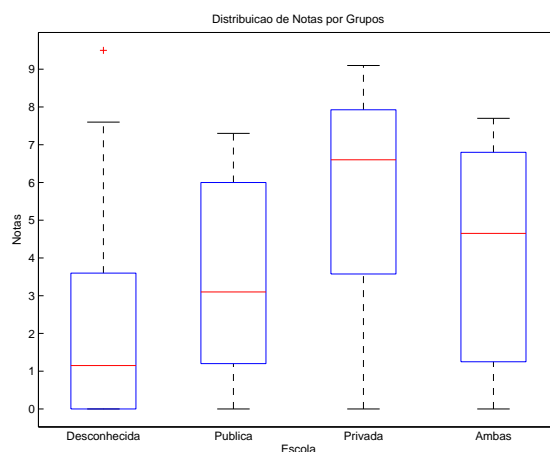


Figura 1. Comparação de notas por escola de origem dos ingressantes

A figura 1 mostra o diagrama de caixa dos diferentes grupos para tornar possível a análise da variação de notas. É possível verificar que os alunos egressos de escolas privadas obtiveram melhores notas nas avaliações que os egressos de escolas públicas. O grupo ambas, como seria esperado, ficou com notas entre os dois grupos anteriormente mencionados. Esta análise comprova uma realidade já conhecida, justamente sobre a qual

o projeto IGUAL visa contribuir. Já o grupo que não informou seus dados obteve as piores notas ou sequer realizou as avaliações. Dado que a nota mínima para aprovação é 6, o gráfico também permite inferir que:

1. em torno de 75% dos alunos egressos de escolas públicas são reprovados;
2. menos de de 50% dos alunos egressos de escolas privadas são reprovados;
3. pouco mais de 75% dos alunos que não informaram em que tipo de escola foi sua formação obtiveram nota inferior a 4; e
4. egressos de ambos tipos de escola têm desempenho superior aos egressos de escolas públicas, e inferior aos egressos de escolas privadas.

2.2. Análise do estado da arte das soluções para suporte a aprendizado personalizado

A fim de selecionar as tecnologias a serem utilizadas no projeto IGUAL, as universidades latino-americanas, supervisionadas pelas parceiras européias, realizaram pesquisas por soluções, desenvolvidas e/ou utilizadas na Europa, que representassem o estado da arte para suporte a aprendizado personalizado. Foram identificadas e analisadas tais tecnologias, seus resultados de aplicação e boas práticas de uso. Como resultado, foi gerado um relatório que serviu como base para a seleção das tecnologias a serem adaptadas às necessidades e contexto latino-americano [Kujansuu et al. 2011].

2.3. Coleta de Dados para a Análise de Necessidades

Visando determinar as necessidades específicas que os egressos das escolas públicas demandam na universidade, todos os parceiros latino-americanos aplicaram questionários comuns a seus seus alunos e professores. Os questionários foram aplicados na língua nativa dos parceiros, sendo escrito um relatório sobre as descobertas geradas pelo estudo dos resultados obtidos durante esta análise de necessidades [Ochoa et al. 2011].

2.4. Resultados da Análise de Necessidades

A fim de unificar a visão de todas as universidades parceiras sobre a análise de necessidades, foram realizadas discussões online e escrita de um relatório final com o consenso desta fase. Nesta fase, a relatório de análise de necessidades foi contrastado com o relatório do estado da arte. A partir do resultado desta etapa foram definidas as melhores tecnologias de aprendizado a serem adaptadas para solucionar a diferença de conhecimento e habilidades entre estudantes universitários latino-americanos egressos de escolas públicas e privadas. O resultado final apontou para a necessidade do uso de tecnologias que permitissem a personalização automatizada de recursos de aprendizagem.

3. Soluções Propostas

As universidades latino-americanas parceiras neste projeto, defrontadas com um problema comum de acessibilidade no ensino superior de seus países, e com uma forte fundamentação gerada pela análise de necessidades descrita na seção anterior, desenvolveram cinco soluções de aprendizagem. Estas soluções visam facilitar o processo de aprendizagem para os estudantes, tipicamente egressos de escolas públicas, que possuem um nível de conhecimento prévio inferior aos demais colegas, estando assim melhor preparados para enfrentar os desafios inerentes a um ambiente universitário. As soluções desenvolvidas durante o projeto IGUAL foram as seguintes:

1. **Materiais de aprendizagem adaptativos** que fornece uma metodologia e as ferramentas para criação facilitada de conteúdo que se adapta às necessidades específicas dos usuários. Dentre estas necessidades, podem ser citados o idioma, o estilo de aprendizagem, e o modo de acessar o material [Cechinel et al. 2011, Camargo and Cechinel 2012].
2. **Protocolos de solução de problemas** que fornece uma forma de adaptar não apenas o conteúdo, mas também o processo de solução de problemas, adaptado ao modelo mental de cada estudante [Mercado and Romo 2012].
3. **Projeto adaptativo de aprendizagem** que é uma solução que fornece a metodologia e as ferramentas para a criação de caminhos e projetos de aprendizagem que tornam possível a adaptação automática ao conhecimento prévio e habilidades dos estudantes [Álvarez-González et al. 2012].
4. **Compartilhamento social e recomendação de materiais de aprendizagem** que é uma solução para integrar as mídias sociais no processo de compartilhamento e recomendação de materiais de aprendizagem. Esta solução serve também como um canal para valorizar as soluções e materiais de aprendizagem produzidos [de Vasconcellos et al. 2013].
5. **Framework adaptativo evolutivo** que fornece aos estudantes um modo integrado e personalizado para acessar e usar as outras soluções criadas neste projeto [Jiménez et al. 2012]. Este framework passa a ser melhor descrito a partir da próxima subseção.

3.1. Visão do Professor

Além das funcionalidades disponíveis para os estudantes, o STI APRENDE também possui alguns recursos para professores. Um usuário com perfil professor pode submeter ao repositório novos objetos de aprendizagem, selecionar objetos de aprendizagem já disponíveis no repositório, criar atividades de aprendizagem, objetivos de aprendizagem, lições e cursos. Ao submeter um novo objeto de aprendizagem, o professor deve informar seus metadados, que serão armazenados no padrão IEEE LOM. Os metadados dos objetos serão comparados com os dados de perfil de aprendizagem do perfil do aluno, de forma que o STI irá apresentar para o usuário os objetos mais adaptados ao perfil de aprendizagem do aluno. A figura 2 apresenta a interface do STI APRENDE para um usuário com o perfil de professor. É possível identificar os quatro componentes básicos do modelo pedagógico da ferramenta APRENDE: atividades de aprendizagem, objetivos de aprendizagem, lições e cursos. [Campos et al. 2013] apresenta em detalhes o modelo pedagógico do STI APRENDE.

3.2. Visão do Aluno

A figura 3 mostra a página inicial do STI APRENDE, que está disponível em <http://aprende.igualproject.org>. Na página inicial é possível identificar duas linhas de ação principais:

1. O usuário, sem se registrar no sistema, pode procurar por um tópico que ele tem interesse em aprender. Este tópico pode ser uma lição isolada ou um tópico dentro do escopo de um curso.
2. O usuário pode registrar-se no sistema. Neste caso, o STI irá rastrear não somente os cursos e lições seguidas pelo usuário, mas também as atividades feitas e

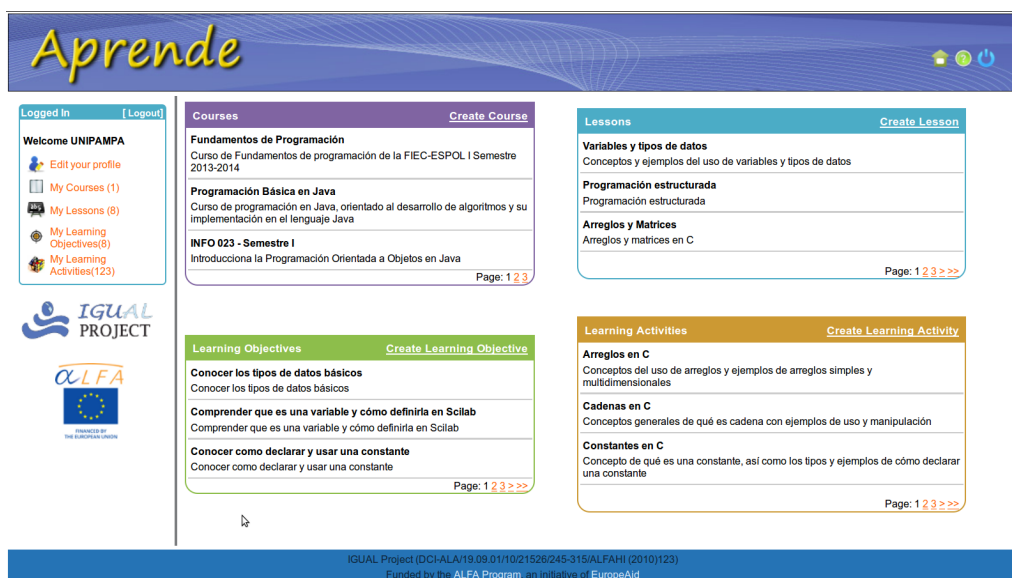


Figura 2. Interface da ferramenta APRENDE para usuários com perfil de professor.

puladas. O usuário também pode preencher um questionário de estilo de aprendizagem, cujos benefícios são abordados na subseção seguinte.

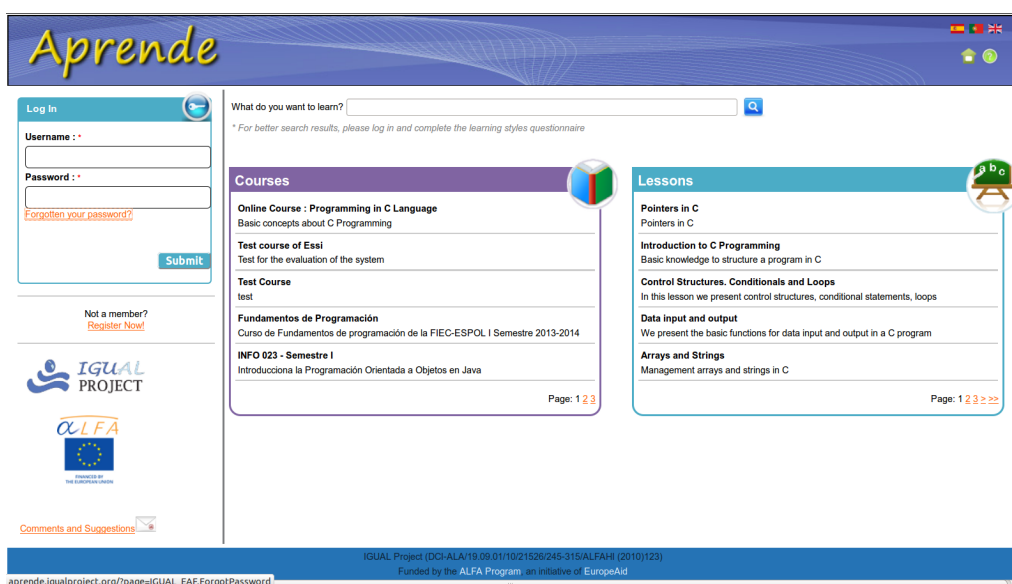


Figura 3. Página inicial da ferramenta APRENDE.

3.3. Valor Agregado ao Processo de Aprendizagem

O principal atrativo do STI APRENDE é o fato da ferramenta poder combinar o estilo de aprendizagem do usuário com os metadados de cada objeto de aprendizagem, apresentando ao usuário o objeto mais propício ao perfil de aprendizagem do usuário. Desta forma, a ferramenta não fornece ao usuário uma solução de aprendizagem padrão para todos os usuários, mas ela foi desenvolvida para fornecer uma solução de aprendizagem específica para cada usuário. Esta funcionalidade é muito valiosa, principalmente para

alunos egressos de escolas públicas, que receberão um tratamento personalizado a fim de superar suas dificuldades que foram originadas em uma educação de nível fundamental e médio de baixa qualidade [Jiménez et al. 2012]. A figura 4 apresenta a interface para o Teste de Felder [Felder and Spurlin 2005], que serve como base para a inferência do perfil de aprendizagem do aluno.

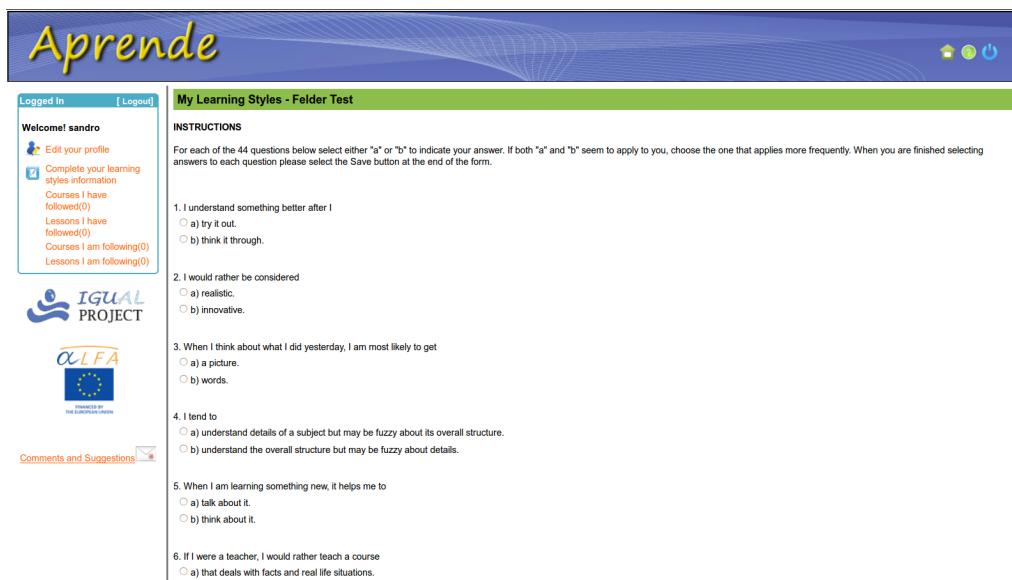


Figura 4. Interface para o Teste de Felder, de onde é inferido o perfil de aprendizagem do aluno.

3.4. Público Alvo

O STI APRENDE pode ser livremente utilizado por qualquer aluno ou professor, após o respectivo registro no website. Entretanto, esta ferramenta está primariamente focada em estudantes de escolas públicas de universidades da América Latina. Além disso, a interface da ferramenta foi projetada em três idiomas: português, espanhol e inglês. No momento do registro, o usuário seleciona o seu idioma de preferência.

3.5. Sugestão de Uso

A idéia fundamental do STI APRENDE é que ele está baseado em uma abordagem de aprendizado colaborativa, suportada por computador. Neste sistema, professores podem colaborar dentro de uma comunidade online através da criação de modelos de cursos e lições, associando objetos de aprendizagem a elas. Por outro lado, alunos podem instanciar estes modelos na forma de caminhos de aprendizagem customizados que os guiam através de uma série de atividades de aprendizagem adaptadas a suas necessidades e estilos de aprendizagem particulares. Os alunos podem compartilhar, votar e recomendar estas atividades, além de promover uma comunidade de conhecimento para contribuir com a educação na América Latina [Jiménez et al. 2012].

4. Experimentos e Resultados

4.1. Cursos Piloto

Cada uma das cinco universidades latino-americanas parceiras no desenvolvimento do projeto IGUAL criou pelo menos um curso piloto dentro da ferramenta APRENDE a fim

de validar sua contribuição. Foi selecionado como alvo para aplicação dos testes um curso introdutório na área de programação de computadores, que era um tópico comum a todas as universidades parceiras. As particularidades da aplicação destes testes são detalhadas em [Ochoa et al. 2013].

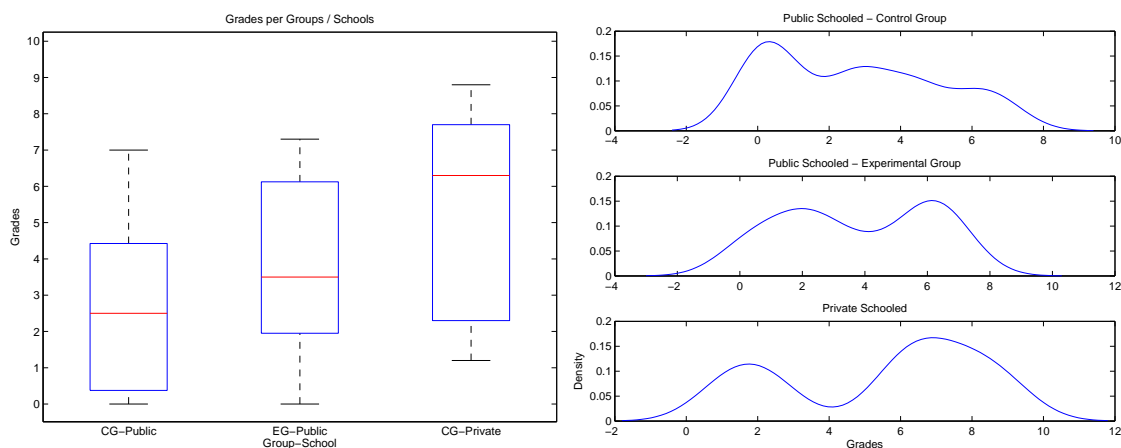


Figura 5. Comparação de desempenho entre grupo de controle e grupo experimental: a) Digrama de Caixa, b) Diagrama de Densidade

4.2. Resultados Obtidos

A fim de avaliar a efetividade do sistema APRENDE, foram realizados experimentos com mais de 500 alunos nas cinco universidades latino-americanas participantes do projeto IGUAL. Foi analisado o desempenho de três grupos diferentes: 1) grupo de controle, composto por egressos de escolas pública que não tiveram acesso à ferramenta, 2) grupo experimental, composto por egressos de escolas públicas que foram estimulados a utilizar o STI e 3) egressos de escolas privadas, que também não tiveram acesso ao APRENDE. Ao final do semestre letivo, as notas que estes alunos alcançaram nas disciplinas foram analisadas. A figura 5 a) mostra o diagrama de caixa com as notas dos grupos de controle, cuja nota média é 2.4, grupo experimental, cuja nota média é 3.4, e egressos de escolas privadas, cuja nota média é 6.4. Desta forma, é possível verificar que a média das notas do grupo experimental é em torno de 1 ponto superior, o que representa 40% de melhora de desempenho em relação ao grupo de controle. Apesar desta melhora, as notas ainda são inferiores àquelas obtidas pelos egressos de escolas privadas. A figura 5b) mostra os gráficos de distribuição de probabilidade com as notas dos alunos destes grupos. Como pode ser visto, as notas dos alunos do grupo de controle, egresso de escolas públicas, tiveram uma maior concentração em torno da nota 0. Também verifica-se que a nota na disciplina aumenta, a concentração de alunos diminui, sendo possível também identificar uma outra concentração em torno da nota 3. Outra conclusão possível é que uma grande parte destes alunos, egressos de escolas públicas, foi reprovado na disciplina porque não atingiu a nota 6, limiar mínimo para aprovação. Quando comparados aos egressos de escolas privadas, é possível verificar um maior nível de similitude das notas do grupo experimental do que do grupo de controle.

Por outro lado, como pode ser visto no grupo de alunos do grupo experimental, há uma maior concentração em torno da nota 6, e outra concentração levemente menor em torno da nota 2. Tais resultados levam a inferir que ocorreu uma melhora de desempenho

acadêmico na disciplina, devido à utilização do STI APRENDE. Os resultados detalhados das contribuições do uso do APRENDE podem ser vistos em [Camargo et al. 2013].

5. Conclusões

A fim de avaliar o STI APRENDE foram aplicados cursos piloto a mais de 500 alunos de cinco universidades latino-americanas. O objetivo destes experimentos foi testar a efetividade das soluções propostas no sentido de auxiliar alunos egressos de escolas públicas a superar suas dificuldades e equipararem-se, em termos de desempenho acadêmico, aos seus colegas egressos de escolas privadas. Os experimentos do uso do STI, que disponibiliza as cinco soluções desenvolvidas, forneceu estatísticas estatisticamente significantes de que estudantes universitários egressos de escolas públicas, que utilizaram a ferramenta APRENDE, puderam melhorar seu desempenho acadêmico em 40% em relação aos colegas que não o utilizaram. Além disso, mais alunos foram aprovados na disciplina quando utilizando a ferramenta e as demais tecnologias desenvolvidas durante este projeto. Os experimentos também mostram que foi possível reduzir a diferença de desempenho entre egressos de escolas públicas e privadas.

Por fim, apesar da ferramenta APRENDE ter sido desenvolvida com foco inicial em cursos e objetos de aprendizagem relativos à área de programação de computadores, seu projeto e arquitetura são genéricos e flexíveis o suficiente para incluir cursos em outras áreas de conhecimento. Dentre os trabalhos futuros, pretende-se expandir o uso da ferramenta para outras áreas de conhecimento.

6. Agradecimentos

Este trabalho faz parte dos resultados do projeto IGUAL - Innovation for Equality in Latin American University (code DCIALA/19.09.01/10/21526/245-315/ALFAHI (2010)123) que é financiado pelo programa ALFA III da Comissão Européia.

Referências

- Álvarez-González, L. A., Morales, J., Manríque, N., Villarroel, J., Ojeda, D., and Vásquez, C. (2012). ATLA: Authoring tool to learning activities for the igual project. In Mazilu, I. M., editor, *Proceedings of The 1st International Workshop on Open Technology Transfer and Learning Solutions for Programming Education, Bucuresti, Romania*, pages 43–50. Conspress.
- Camargo, S. d. S. and Cechinel, C. (2012). Loadaptor - a tool for describing adaptive information. In Mazilu, I. M., editor, *Proceedings of The 1st International Workshop on Open Technology Transfer and Learning Solutions for Programming Education, Bucuresti, Romania*, pages 29–42. Conspress.
- Camargo, S. d. S., Cechinel, C., and Betemps, C. M. (2013). Contribuições do projeto igual: Um estudo de caso. In *Octava Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje (LACLO 2013), 23-26 Octubre 2013*, pages 17–24, Valdivia, Chile. Latin-American Community on Learning Objects and Learning Technology.
- Campos, A., Álvarez-González, L., and Araya, E. (2013). Igual: Una iniciativa para apoyar el aprendizaje de aa programación en universidades de américa latina. In *Proceedings 9th Conference EDUWEB, 22-24 Julio 2013*, Carabobo, Venezuela. Universidad de Carabobo.

- Cechinel, C. (2013). Scientific collaboration between countries in laelo from a social network analysis perspective. In *Octava Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje (LACLO 2013)*, 23-26 Octubre 2013, Valdivia, Chile. Latin-American Community on Learning Objects and Learning Technology.
- Cechinel, C., Camargo, S. d. S., and Pérez, C. C. C. (2011). Uma proposta para localização facilitada de objetos de aprendizagem. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2011)*, pages 331–340, Aracajú, Brasil. Universidade Federal de Sergipe.
- de Vasconcellos, B. C., Camargo, S. d. S., and Cechinel, C. (2013). Desenvolvimento de um aplicativo integrado ao facebook e ao sistema do projeto igual para compartilhamento e recomendação de objetos de aprendizagem. In *Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE 2013)*, 09-11 Dezembro 2013, pages 610–612, Porto Alegre, Brasil. Universidad de Chile.
- European Comission (2007). ALFA - construindo o futuro na educação. <http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/alfa/index_pt.htm>.
- Felder, R. M. and Spurlin, J. E. (2005). Applications, reliability, and validity of the index of learning styles. In *Intl. Journal of Engineering Education*, volume 21, pages 103–112.
- IGUAL Team (2011). Innovation for equality in latin american universities. <<http://www.igualproject.org>>.
- Jiménez, C., Mosquera, J. F., Vega, C., and Villalobos, J. (2012). IGUAL - an intelligent tutoring system for latin american education. In Mazilu, I. M., editor, *Proceedings of The 1st International Workshop on Open Technology Transfer and Learning Solutions for Programming Education, Bucuresti, Romania*, pages 7–17. Conspress.
- Kujansuu, E., Álvares-González, L. A., and Mazilu, I. M. (2011). Analysis of state-of-the-art solutions for personalised learning support. Technical report.
- Mazilu, I. M. (2013). Learning solutions - IGUAL. In *Proceedings of First Annual International Interdisciplinary Conference (AIIC 2013)*, 24-26 April 2013, pages 431–436, Azores, Portugal. University of the Azores.
- Mercado, C. A. A. and Romo, L. I. S. (2012). The use of verbal protocols as learning materials for introductory programming. In Mazilu, I. M., editor, *Proceedings of The 1st International Workshop on Open Technology Transfer and Learning Solutions for Programming Education, Bucuresti, Romania*, pages 18–28. Conspress.
- Ochoa, X., Arévalo, C., Campos, A., Camargo, S. d. S., and Vega, C. (2013). Pilot result analysis - IGUAL project. Technical report.
- Ochoa, X., Cechinel, C., Jiménez, C., Arévalo, C., Araya, E., Camargo, S. d. S., Pérez, C. C. C., Chiluíza, K., Álvares, L., and Morales, J. (2011). Need analysis of the students in programming courses in latin america. Technical report.