

ISE-SPL: uma abordagem baseada em linha de produtos de software aplicada à geração automática de sistemas para educação médica na plataforma *E-learning*

Túlio de Paiva Marques Carvalho, Bruno Gomes de Araújo*, Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim, Jose Diniz Junior, Francis Solange Vieira Tourinho, Rosiane Viana Zuza Diniz

Resumo **Introdução:** O *e-learning* surgiu como uma forma complementar de ensino, trazendo consigo vantagens como o aumento da acessibilidade da informação, aprendizado personalizado, democratização do ensino e facilidade de atualização, distribuição e padronização do conteúdo. Neste sentido, o presente trabalho tem como objeto apresentar uma ferramenta, intitulada de ISE-SPL, cujo propósito é a geração automática de sistemas de *e-learning* para a educação médica, utilizando para isso sistemas ISE (*Interactive Spaced-Education*) e conceitos de Linhas de Produto de Software. **Métodos:** A ferramenta consiste em uma metodologia inovadora para a educação médica que visa auxiliar o docente da área de saúde na sua prática pedagógica por meio do uso de tecnologias educacionais, todas baseadas na computação aplicada à saúde (Informática em Saúde). **Resultados:** Os testes realizados para validar a ISE-SPL foram divididos em duas etapas: a primeira foi feita através da utilização de um software de análise de ferramentas semelhantes ao ISE-SPL, chamado S.P.L.O.T; e a segunda foi realizada através da aplicação de questionários de usabilidade aos docentes da área da saúde que utilizaram o ISE-SPL. **Conclusão:** Ambos os testes demonstraram resultados positivos, permitindo comprovar a eficiência e a utilidade da ferramenta de geração de softwares de *e-learning* para o docente da área da saúde.

Palavras-chave E-learning, Educação médica, Linha de produtos de software.

ISE-SPL: a software product line approach applied to automatic generation of systems for medical education in E-learning platform

Abstract **Introduction:** *E-learning, which refers to the use of Internet-related technologies to improve knowledge and learning, has emerged as a complementary form of education, bringing advantages such as increased accessibility to information, personalized learning, democratization of education and ease of update, distribution and standardization of the content. In this sense, this paper aims to present a tool, named ISE-SPL, whose purpose is the automatic generation of E-learning systems for medical education, making use of ISE systems (Interactive Spaced-Education) and concepts of Software Product Lines. Methods:* The tool consists of an innovative methodology for medical education that aims to assist professors of healthcare in their teaching through the use of educational technologies, all based on computing applied to healthcare (Informatics in Health). **Results:** The tests performed to validate the ISE-SPL were divided into two stages: the first was made by using a software analysis tool similar to ISE-SPL, called S.P.L.O.T and the second was performed through usability questionnaires to healthcare professors who used ISE-SPL. **Conclusion:** Both tests showed positive results, allowing to conclude that ISE-SPL is an efficient tool for generation of E-learning software and useful for teachers in healthcare.

Keywords *E-learning, Medical education, Software product lines.*

Introdução

O processo de formação continuada na área da saúde faz cada vez mais uso dos recursos da Internet. Um exemplo disto é a incorporação do *e-learning*, uma forma complementar de ensino que proporciona o aperfeiçoamento do conhecimento e da aprendizagem (Ruiz *et al.*, 2006). Entre as ferramentas utilizadas, tem-se o ISE - *Interactive Spaced-Education* (Kerfoot, 2008), muito usado em pesquisas e no ensino médico do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL.

Existem alguns desafios na utilização deste novo paradigma de aprendizado. Profissionais das mais diversas áreas apresentam resistência e dificuldade no uso da tecnologia, como também necessitam ter habilidades especiais em computação para a sua implantação (Ruiz *et al.*, 2006). Dessa forma, uma hipótese é que o docente da área de saúde, que não tem conhecimento técnico em desenvolvimento de sistemas, possa gerar sistemas de *e-learning* personalizados para suas disciplinas a partir da indicação das características desejadas no sistema.

Assim, o uso de LPS (Linhas de Produto de Software) se apresenta como uma interessante ferramenta que, segundo Clements (2007), consiste na derivação de sistemas que são desenvolvidos a partir de um núcleo comum de especificações. Neste sentido, a presente proposta de trabalho tem como objetivo apresentar uma LPS, intitulada de ISE-SPL (*Interactive Spaced-Education - Software Product Line*), cujo propósito é a geração automática de sistemas ISEs para educação médica.

Métodos

Na construção do ISE-SPL, foi utilizado um conjunto de tecnologias, tais como: *framework* para desenvolvimento *web* Django, linguagem de programação Python e o sistema gerenciador de

banco de dados PostgreSQL. O sistema ISE utilizado permite que professores criem perguntas com conteúdo em diversos níveis de complexidade, as quais serão submetidas por meio da Internet para que os alunos possam responder e, ao final de cada resposta, poderá apresentar *feedback* imediato.

O ISE-SPL é um software Web capaz de gerar sistemas ISEs personalizados, de forma que cada um destes será uma ferramenta exclusiva. Utilizando o Modelo de *Features* (proposto como parte do método FODA - *Feature-Oriented Domain Analysis*), o usuário pode selecionar as características desejáveis do sistema, conhecidas como *features*, a partir de uma interface web rica, e, a partir desta seleção, o ISE-SPL gera um sistema personalizado de forma automática (Kang *et al.*, 1990). As características possíveis estão separadas por tipo de resposta, características adicionais, e enunciado, ilustradas na Figura 1.

Ao realizar a autenticação no sistema, o usuário poderá gerar um novo sistema através do formulário da Figura 2, definindo o “Nome do Sistema” e selecionando as *features* pretendidas. Após clicar em “Gerar sistema personalizado”, o Sistema Personalizado é gerado automaticamente.

Para que o sistema recém-gerado seja executado, é necessário acessar a opção “Ver sistemas gerados”, conforme ilustrado na Figura 3A. Para iniciá-lo, o usuário deverá acessar a opção “Iniciar Sistema”. O sistema torna-se disponível para uso através do *link* “Acessar”, conforme Figura 3B.

Com a finalidade de validar o ISE-SPL, foram elaborados dois testes. O primeiro avaliou a consistência do modelo de *features* com a utilização da ferramenta S.P.L.O.T (Mendonça *et al.*, 2009). O Segundo teste baseou-se na utilização do ISE-SPL por um grupo de 30 (trinta) docentes da área da saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL (cursos de medicina e enfermagem). Neste teste, foi

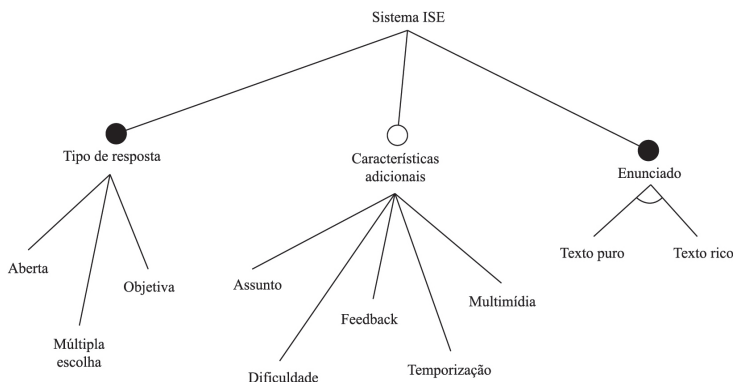


Figura 1. Modelo de *features* do ISE-SPL.
Figure 1. ISE-SPL features model.

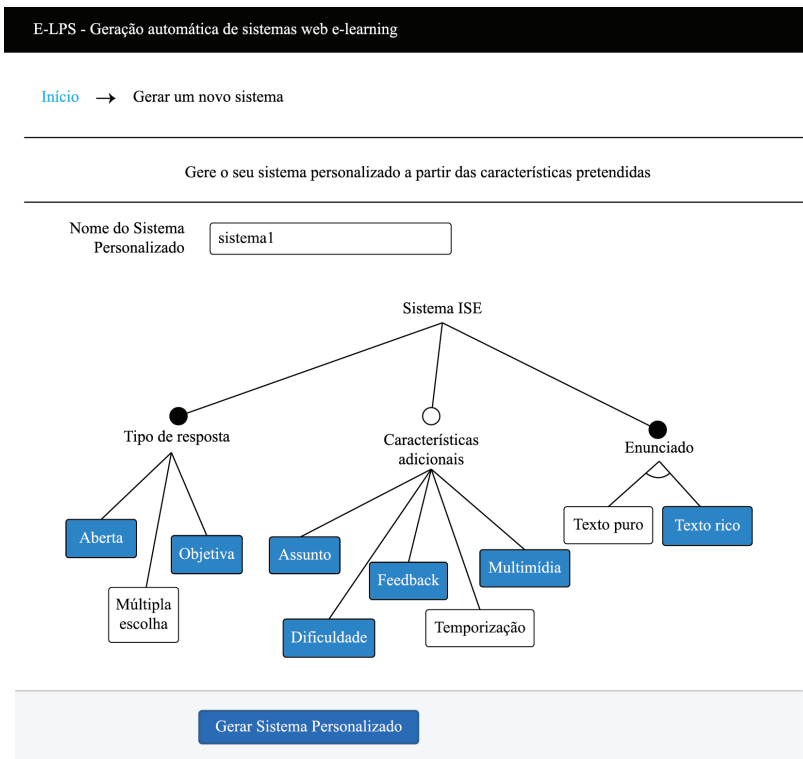


Figura 2. Formulário de geração de sistemas.
 Figure 2. Form for systems generation.

Início → Sistemas gerados (a)

| Nome | Criado em | Tempo gasto | Autor | Iniciado | Ação | Acesso | Avaliação |
|----------|-----------------------------|-------------|-------|----------|-----------------|----------------------|-----------|
| sistema1 | 1 de abril de 2012 às 15:42 | 55s | admin | Não | Iniciar Sistema | Sistema não iniciado | Avaliar |

Operação realizada com sucesso! ×

Início → Sistemas gerados (b)

| Nome | Criado em | Tempo gasto | Autor | Iniciado | Ação | Acesso | Avaliação |
|----------|-----------------------------|-------------|-------|----------|---------------|---------|-----------|
| sistema1 | 1 de abril de 2012 às 15:42 | 55s | admin | Sim | Parar Sistema | Acessar | Avaliar |

Figura 3. Lista de sistemas gerados (A) e sistema iniciado (B).
 Figure 3. List of generated systems (A) and initiated system (B).

solicitado que os docentes gerassem 3 (três) diferentes sistemas personalizados, cujas características são detalhadas na Tabela 1.

Com o objetivo de torná-los aptos a utilizar o sistema e realizar o teste proposto, foi aplicado um treinamento no qual os docentes responderam um questionário e geraram um sistema personalizado “Complexo”. O questionário tinha a seguinte pergunta: “Qual o seu nível de conhecimento em

informática?”. As respostas possíveis eram: “muito bom conhecimento (utiliza e-mail e internet com frequência para leitura de artigos de periódicos, elabora materiais didáticos utilizando recursos digitais e já utilizou algum ambiente virtual de aprendizado)”; “bom conhecimento (utiliza e-mail e internet com frequência, elabora materiais didáticos utilizando recursos digitais e nunca utilizou um ambiente virtual de aprendizado)”; “regular (utiliza apenas e-mail e

Tabela 1. *Features* dos sistemas personalizados utilizados nos testes.
Table 1. *Features of the customized systems used in the tests.*

| Complexidade do sistema ISE | Tipo de resposta | Características adicionais nas questões | Enunciado |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|------------|
| Simples | Aberta | - | Texto puro |
| Médio | Aberta, Objetiva e Múltipla Escolha | Assunto, Dificuldade e Feedback | Texto rico |
| Complexo | Aberta, Objetiva e Múltipla Escolha | Assunto, Dificuldade e Feedback, Multimídia e Temporização | Texto rico |

internet com frequência); e “pouco conhecimento (utiliza muito pouco e-mail e raramente internet para realizar pesquisas, e às vezes tem dificuldade em utilizar essas tecnologias)”.

Após o treinamento, o teste foi aplicado e nele foram armazenados de forma automática os tempos gastos (compreende desde o momento de seleção de *features* até a geração do código e do banco de dados) por cada um dos docentes para gerar cada um dos 3 (três) sistemas personalizados.

Após a geração de cada sistema, foram aplicados questionários de avaliação com a finalidade de avaliar o nível de conformidade e usabilidade da ferramenta, os quais foram respondidos no próprio ISE-SPL. O questionário continha as seguintes perguntas: “Qual o nível de conformidade entre o sistema personalizado gerado e o que foi determinado no modelo de *features* do ISE-SPL?”; e “Qual o nível de facilidade na geração do sistema?”. Para a primeira pergunta, as possíveis opções de resposta foram: “baixo”, “regular”, “bom” e “muito bom”. Para a segunda pergunta, as opções foram: “muito fácil”, “fácil”, “pouca dificuldade” e “difícil”.

Resultados

Os resultados do primeiro teste, localizados na seção *Feature Model Analysis* do S.P.L.O.T., apresentaram os seguintes indicadores relacionados ao ISE-SPL: consistente, ou seja, o seu modelo de *features* tem pelo menos 1 (uma) configuração válida (*Consistency*); não há no ISE-SPL *features* que nunca serão incluídas (*Dead Features*); existem 3 (três) *features* (“ISE”, “Tipo de resposta” e “Enunciado”) que serão sempre incluídas em todas as configurações válidas (*Core Features*); e é possível gerar 462 sistemas ISE diferentes (*Valid Configurations*).

O questionário aplicado durante o treinamento apresentou o seguinte resultado: 26,66% responderam “muito bom conhecimento”; 46,66% responderam “bom conhecimento”; 10% responderam “regular”; e 16,66% “pouco conhecimento”.

Em relação ao segundo teste, para a primeira pergunta, 54 (cinquenta e quatro) respostas corresponderam a “muito bom”, enquanto as outras

36 (trinta e seis) a “bom”. Para a segunda pergunta, 18 (dezoito) respostas indicaram “pouca dificuldade” na geração dos sistemas personalizados, enquanto 35 (trinta e cinco) indicaram “fácil” e as outras 37 (trinta e sete) “muito fácil”. Os tempos gastos (em segundos) por cada usuário na geração de cada um dos três sistemas estão presentes no gráfico da Figura 4.

Para o sistema “Simples”, os usuários gastaram em média 59,5 segundos, com desvio-padrão de 15,51 segundos; para o sistema “Médio”, em média 73,5 segundos, com desvio-padrão de 16,05 segundos; e para o sistema “Complexo”, em média 80 segundos com desvio-padrão de 27,25. A média geral de todos os tempos gastos foi de 73,5 segundos.

Discussão

Os testes realizados permitiram realizar a validação do sistema, visto que os resultados obtidos com a ferramenta S.P.L.O.T. comprovam que o modelo de *features* do ISE-SPL é considerado válido. Além disso, os resultados da utilização do ISE-SPL demonstraram que foram gerados sistemas personalizados de forma esperada, como também permitiram aferir um bom nível de usabilidade ao ISE-LPS de acordo com os tempos apresentados no artigo.

Durante os testes, foi observado que os maiores tempos registrados coincidiram com os dos usuários com menos conhecimento em informática, que responderam no questionário do treinamento “regular” e “pouco conhecimento”. Apesar disso, o pior tempo registrado foi de 178 segundos para a geração do sistema complexo, tempo este considerado baixo para a criação de um ISE, já que um profissional de informática com boa experiência em desenvolvimento levaria dias para desenvolvê-lo, pois teria que passar por todas as fases de desenvolvimento (Concepção, Elaboração, Desenvolvimento e Implantação), mesmo sem utilizar processo de software.

Outro aspecto importante verificado durante os experimentos foi que à medida que os usuários geravam os sistemas (complexo, médio e simples, respectivamente), o tempo ia melhorando. Atribui-se isso à redução da curva de aprendizagem dos usuários após cada prática desenvolvida. Esta melhora é

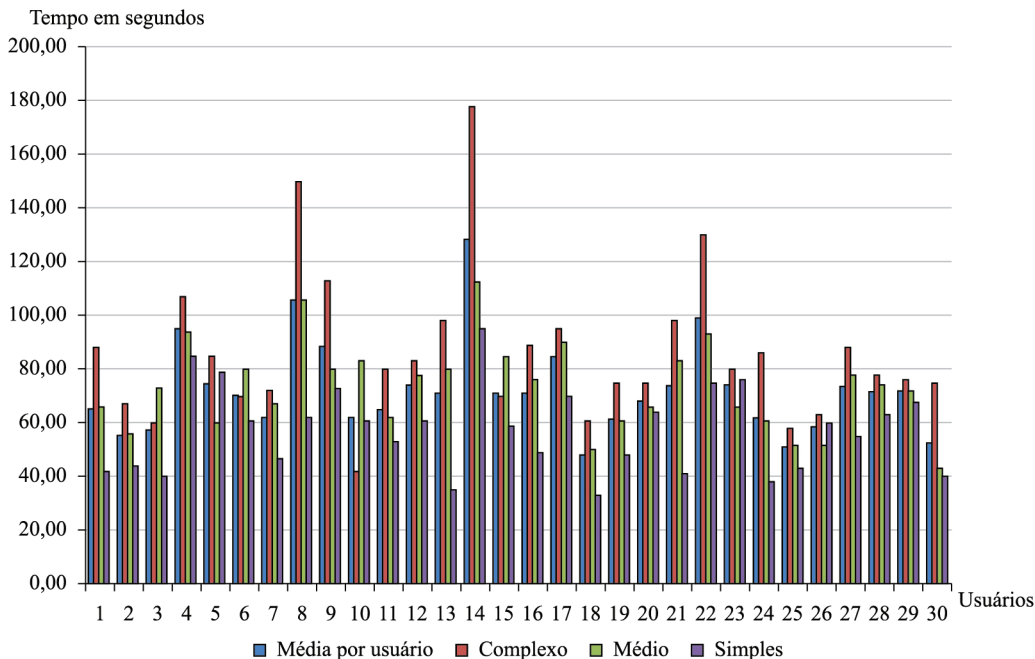


Figura 4. Tempos (em segundos) de geração dos sistemas personalizados.

Figure 4. Time (in seconds) for generation of customized systems.

comprovada ainda pelos valores do desvio-padrão, que no primeiro sistema gerado (complexo), houve uma maior variação em relação à média (27,25). Já nos demais, percebe-se uma redução (16,05 para o médio e 15,51 para o simples), comprovando que os usuários apresentaram tempos de geração bem próximos à média obtida nos testes.

A ferramenta ISE-SPL já está em uso por um grupo de docentes do Curso de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, permitindo novos estudos e avanços na ferramenta. Em uma perspectiva futura, serão realizadas análises de desempenho nos sistemas gerados pelo ISE-SPL, buscando aferir métricas quanto à robustez quando submetidos à sobrecarga, verificando os níveis de escalabilidade. Pretende-se ainda realizar a integração aos padrões definidos pelo modelo SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), devido a este ser um padrão adotado para a criação de objetos de aprendizagem de LMS (*Learning Management System*), melhorando assim a gestão e a padronização das informações e procedimentos envolvidos.

Diante do exposto, e com base nos estudos realizados e nos resultados alcançados, verifica-se que o principal objetivo do trabalho foi alcançado, pois a ferramenta ISE-SPL permitiu que docentes da área de saúde, que geralmente não têm habilidades na área de desenvolvimento de software (aspecto geralmente exigido para se criar objetos de aprendizagem mais elaborados e personalizados), gerassem sistemas do

tipo ISE de maneira simplificada, interativa e sem o uso de linguagem de programação ou de codificações mais rebuscadas. Ao fazer uso de Linhas de Produtos de Software, o ISE-SPL traz consigo vantagens em relação aos modelos tradicionais de desenvolvimento de software, como: menor custo, maior produtividade e qualidade.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS) do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) da UFRN, e ao Departamento de Medicina Clínica e de Enfermagem da UFRN.

Referências

- Clements PC. A Framework for software product line practice. version 5.0. Software Engineering Institute [Internet]. 2007 [acesso em 2012 mar 1]. Disponível em: http://www.sei.cmu.edu/productlines/frame_report/index.html.
- Kang KC, Cohen SG, Hess JA, Novak WE, Peterson AS. Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) feasibility study. Pittsburgh: Carnegie-Mellon University Software Engineering Institute; 1990. Technical report.
- Kerfoot BP. Interactive spaced-education to teach the physical examination: a randomized controlled trial. *Journal of General Internal Medicine*. 2008; 23(7):973-8. PMID:18612727 PMCID:PMC2517927. <http://dx.doi.org/10.1007/s11606-008-0533-0>

Mendonca M, Branco M, Cowan D. S.P.L.O.T. - Software product lines online tools. In: OOPSLA 2009: Proceedings of the 24th ACM SIGPLAN International Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications; 2009; Orlando. Orlando: ACM; 2009. p. 761-2.

Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of e-learning in medical education. *Academic Medicine*. 2006; 81(3):207-12. PMID:16501260. <http://dx.doi.org/10.1097/00001888-200603000-00002>

Autores

Túlio de Paiva Marques Carvalho

Diretoria de Gestão de Tecnologia da Informação – DIGTI, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, CEP 59015-300, Natal, RN, Brasil.

Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Bruno Gomes de Araújo*

Diretoria Acadêmica do Câmpus Santa Cruz, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, CEP 59200-000, Santa Cruz, RN, Brasil.

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim

Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Jose Diniz Junior

Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Francis Solange Vieira Tourinho

Departamento de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Rosiane Viana Zuza Diniz

Departamento de Medicina Clínica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.

Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil.