

# Arquitetura pedagógica para aprendizagem de programação

Guilherme Rocha Marques  
Programa de Pós Graduação em Informática  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Brasil  
guilherme\_rm@yahoo.com.br

Orivaldo de Lira Tavares  
Programa de Pós Graduação em Informática  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Brasil  
tavares@inf.ufes.br

## ABSTRACT

This article aims to propose a Pedagogical Architecture (AP) to explore the awareness of the process of building solutions to a problem, through the exploitation of possible and necessary, according to Piaget's learning theory. This proposal involves the socialization of the solutions given by the students for each problem suggested in classes of Introduction to Computer Programming. Furthermore, it involves the development of computational resources to support: submission of the solutions students; history log of the activities developed by the student during the construction of each solution; comparison of the solutions students and others.

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo propor uma Arquitetura Pedagógica (AP) para explorar a tomada de consciência sobre o processo de construção de soluções para um problema, por meio da exploração dos possíveis e necessários, segundo a teoria de aprendizagem de Piaget. Esta proposta envolve a socialização das soluções programadas pelos estudantes na disciplina de Introdução à Programação para cada problema recomendado para a turma. Além disso, envolve o desenvolvimento de recursos computacionais de apoio para: envio das soluções dos alunos; registro do histórico das atividades desenvolvidas pelo aluno durante a construção de cada solução; comparação das soluções dos estudantes, entre outros.

## Keywords

Pedagogical architecture, computer programming, teaching and learning, ICT, web.

## 1. INTRODUÇÃO

Mesmo que diante de muitos estudos a respeito da aprendizagem de programação, ela ainda continua sendo um grande desafio [5].

O autor [2] explica que a abertura de novos possíveis sobre procedimentos, que corrigirão e complementarão os que os precederam, facilitará a escolha de meios que se aproximam de objetivos mais precisos e melhorada na sua formulação.

De acordo com [2], Piaget apresenta que o “possível” constitui-se o produto de uma construção do sujeito em interação com as propriedades do objeto, inserindo-as em interpretações várias devido às atividades do sujeito, o que irá determinar, simultaneamente, a abertura de possíveis cada vez mais numerosos.

A partir dos estudos de Piaget, [2] conclui que o papel dos possíveis e necessários nas construções estruturais diz respeito às interações entre as diferenciações e as integrações, sendo os possíveis fonte de abertura e os necessários fonte de fechamento.

Ainda sobre a relação entre o necessário e o possível, [2] conclui que toda necessidade é originada de composições possíveis que ligam mesmo entre si tanto possibilidades como realidades atualizadas e que reciprocamente, com as co-necessidades, geram novas possibilidades.

Os programas a serem construídos pelos aprendizes de programação admitem muitas possíveis soluções, porém cada uma delas possuem necessidades comuns. Quando um aprendiz constrói uma solução e se depara com as soluções dos colegas, ele pode exercitar uma reflexão sobre as alternativas possíveis e sobre as necessidades comuns a todas as soluções.

Segundo [3], Arquiteturas Pedagógicas (AP) são definidas como “suportes estruturantes” para a aprendizagem, são configuradas pela confluência de diferentes componentes, enfatizando-se: a abordagem pedagógica, o software de apoio, a internet, e a concepção de tempo e espaço. Os autores [3] complementam AP como um conceito emergente para modelar o uso de tecnologias na mediação da aprendizagem, sendo que as tecnologias não devem ser limitantes do trabalho de professores e alunos. Para a construção de uma AP, definiremos AP como uma estrutura composta de: a) objetivo pedagógico que aponta qual a aprendizagem a ser viabilizada pela AP; b) atividades pedagógicas especialmente planejadas para atingir esse objetivo pedagógico; c) método pedagógico que estabelece como cada atividade pedagógica será desenvolvida e d) os recursos digitais cuidadosamente configurados para agilizar ou viabilizar o desenvolvimento das atividades planejadas.

No intuito de apresentar uma nova abordagem ao desafio da aprendizagem de programação, baseamos nossas pesquisas nos resultados apresentados por Piaget, a respeito da aprendizagem de um sujeito. Para isso, a arquitetura pedagógica Socialização de Soluções, apresentada neste artigo, visa provocar no aprendiz o desequilíbrio e a perturbação ao se deparar com outras soluções, em decorrência das atividades de comparar, relacionar, reconstruir que o levem a abstrações reflexivas e generalizações. Segundo [4], o ponto de real progresso cognitivo é a reequilíbrio ou a superação do desequilíbrio, sendo esta equilíbrio o melhoramento da forma ou conduta precedente.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

Os resultados apresentados neste artigo são desdobramentos de uma pesquisa do LIEd/UFES. Alguns resultados anteriores dessa pesquisa são descritos em [5] e [6]. Essa pesquisa busca construir um ambiente de apoio à aprendizagem de programação suportada por arquiteturas pedagógicas. Entre as APs propostas estão: 1) Arquitetura pedagógica CSPL (*Computer Supported Programming Learning* – Computadores como suporte a aprendizagem de programação), construída tendo como base o uso

da MCP (Metodologia para Construção de Programas); 2) Arquitetura Pedagógica Programação em Pares; e 3) Arquitetura Pedagógica Recomendação de Exercícios.

O MCP foi criado por [5], neste método o aluno é levado a especificar atividades realizadas nas etapas: 1) compreensão do problema; 2) planejamento de testes; 3) especificação da solução em linguagem natural; 4) codificação do programa; e 5) testes da solução construída com base no planejamento da etapa 2 e a avaliação do processo como um todo.

A abordagem da Arquitetura Pedagógica em Pares tem como objetivo explorar a aprendizagem de programação formando duplas entre os alunos para construção de programas. A Arquitetura Pedagógica de Recomendação de Exercícios tem como objetivo facilitar a aprendizagem do aluno por meio de recomendação de exercícios de acordo com o perfil individual de cada aluno. Em ambas as arquiteturas, a primeira arquitetura pedagógica CSPL é utilizada para a construção das soluções.

Da pesquisa antecessor surgiu o protótipo AAP – Ambiente de Aprendizagem de Programação de Computadores – a fim de avaliar suportes computacionais que atendessem as arquiteturas pedagógicas propostas. Uma nova versão do AAP é fruto da nova pesquisa com o objetivo de implantar melhorias computacionais para o uso das arquiteturas propostas anteriormente. As melhorias visam facilitar a recuperação de informações, a implementação de novas funcionalidades, e a suportar novas arquiteturas pedagógicas, uma delas a geradora deste artigo, a arquitetura pedagógica para a Socialização de Soluções.

### 3. ARQUITETURA PEDAGÓGICA SOCIALIZAÇÃO DE SOLUÇÕES

O autor [1] propõe o conceito de Arquiteturas Pedagógicas sustentadas em três componentes: 1) Concepção pedagógica forte; 2) Sistematização metodológica buscando proporcionar às estudantes atividades intelectuais interessantes; e 3). Suporte telemático de apoio ao processo.

A concepção pedagógica, ou o objetivo pedagógico que norteia a Arquitetura pedagógica para Socialização das Soluções é explorar os possíveis e necessários do aluno frente a visita de diferentes soluções elaboradas por seus colegas.

São as estratégias pedagógicas como sistematização metodológica desta arquitetura: 1) O professor propor para os alunos problemas de programação em uma lista de exercícios; 2) O aluno elaborar sua solução individual seguindo a Metodologia para Construção de Programas; 3) Após os alunos enviarem suas soluções, o professor disponibilizará as soluções recebidas; 4) Os alunos acessam a socialização dos exercícios, as revisam, realizam testes e podem inserir comentários nas soluções dos colegas; e 5) O professor escolhe se os alunos que não conseguiram desenvolver uma solução poderão visitar as soluções socializadas, testá-las, comentá-las e, posteriormente, elaborar sua própria solução.

Para esta arquitetura pedagógica, os recursos computacionais são: construtor e distribuidor de tarefas propostas pelos professores; visualizador de listas de exercícios propostos pelo professor; ferramentas para construção, envio das soluções e testes elaborados seguindo a MCP; um agente avaliador e comparador de soluções recebidas pelos alunos; ferramentas de controle para o professor sobre as soluções enviadas pelos alunos; e um mural

para exposição das soluções com possibilidade de guardar comentários de outros alunos visitantes para cada solução.

### 4. AAP – AMBIENTE DE APRENDIZAGEM PARA PROGRAMAÇÃO

O Ambiente de aprendizagem para Programação APP é um protótipo em desenvolvimento para o suporte das atividades de uma disciplina de programação, e ao mesmo tempo está em fase de testes em uma turma de um Curso de Graduação de Engenharia da Computação de uma Instituição Federal de Ensino com o objetivo de coletar dados que possam validar as aplicabilidades das arquiteturas pedagógicas em que esta pesquisa se baseia.

A figura 1, apresenta a tela inicial de um usuário ao acessar o ambiente online com uma conta de professor.

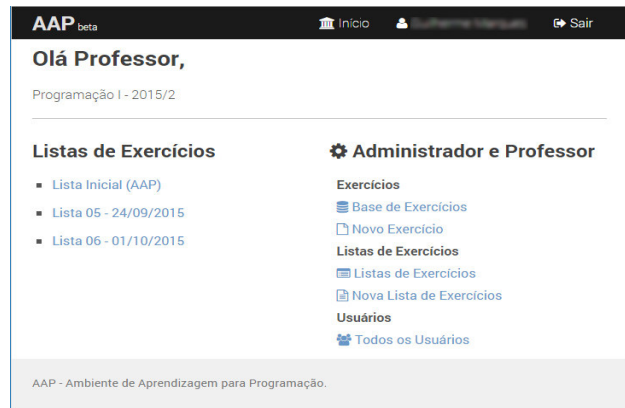


Figura 1 – Tela inicial do AAP.

Os recursos computacionais previstos na arquitetura pedagógica que podem ser acessados a partir da tela inicial, são: 1) construção de novos exercícios; 2) construção e envio de uma nova lista de exercícios; 3) controle sobre exercícios e listas de exercícios; e 4) Listagem organizada das listas de exercícios disponíveis para envio de soluções; sendo este último recurso o único apresentado para o usuário que efetuou *login* com uma conta de aluno.

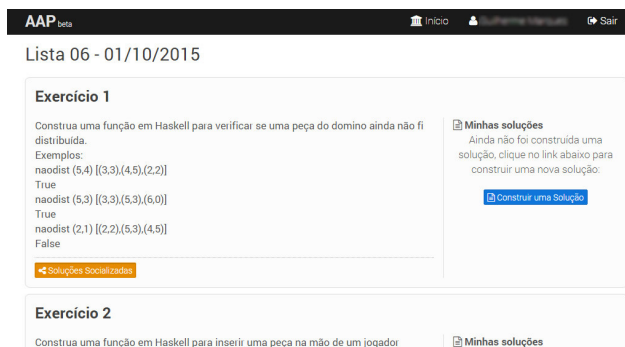


Figura 2 – Exercícios de uma lista de exercícios.

Ao acessar uma lista de exercício são listados os exercícios daquela lista, como apresentado na Figura 2 – Exercícios de uma lista de exercícios, e a partir desta tela o aluno poderá acessar a tela para construção de soluções de cada exercício, e ou, acessar a socialização das soluções de cada exercício.

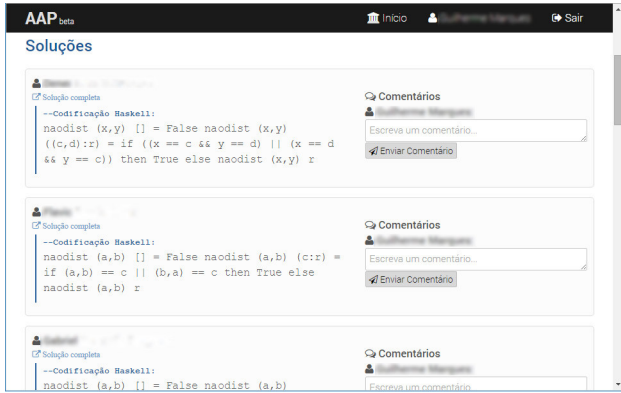


Figura 3 – Socialização das soluções enviadas pelos alunos.

A figura 3, apresenta o “mural” das socializações enviadas pelos alunos, nela é mostrada as soluções enviadas por cada aluno, e em cada solução contém a codificação do aluno, um link para o relatório completa da solução e um campo que possibilita ao professor e aprendizes inserirem comentários em cada solução após analisarem o código do colega, e assim, podendo tirar dúvidas e levantar questões a respeito da eficiência e ou problemas da solução do colega.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma primeira iniciativa de uso e teste do APP, o ambiente foi apresentado para os alunos para que pudessem explorá-lo, primeiramente o recurso de construção e envio de soluções seguindo a Metodologia de Construção de Programas, metodologia esta que foi utilizada desde o início da disciplina com uso de outros recursos simples, como, por exemplo, editor de texto para elaborar relatório e correio eletrônico para o envio dos relatórios da solução construída para o e-mail do professor.

Em um segundo momento, durante aula prática em laboratório, foi proposta uma lista de exercícios para que os alunos utilizassem o ambiente como uma experiência real de avaliação do ambiente. Após este segundo momento, algumas questões foram feitas aos alunos a respeito da experiência, tanto sobre a construção das soluções quanto do uso do ambiente.

Uma das perguntas do questionário era se o aluno teve qualquer dificuldade com o uso do AAP a fim de averiguar se algum aluno foi impossibilitado de usar os recursos do ambiente. Podendo responder “sim” ou “não”, pode-se verificar que todos os alunos conseguiram utilizar sem dificuldades os recursos do ambiente.

Diante da questão: “Durante o uso do aplicativo AAP, você teve dificuldade em alguma das etapas da construção de um programa?”, 60% dos alunos responderam que não tiveram dificuldade com o uso do ambiente. Os demais, tiveram problemas com a codificação decorrente de falhas técnicas corriqueiras na implementação de soluções, e com falhas na apresentação dos resultados e testes de suas soluções dentro do ambiente, sendo que estes impasses foram observados durante a aula e anotados para correção em futura manutenção do protótipo.

Com o intuito de averiguar a participação ou influência indireta, ou até mesmo direta, de outras pessoas enquanto o aluno constrói sua solução, questionamos aos alunos: “Durante a construção de suas soluções você sentiu necessidade de consultar seus colegas ou o professor a respeito do exercício? ”, as respostas possíveis eram: 1) Sim, precisei consultar um colega ou o professor sobre a

compreensão do problema; 2) Sim, precisei consultar um colega sobre a solução que ele desenvolveu; 3) Sim, precisei conversar com um colega sobre a minha solução; e 4) Não, consegui desenvolver sem consultar outra pessoa.

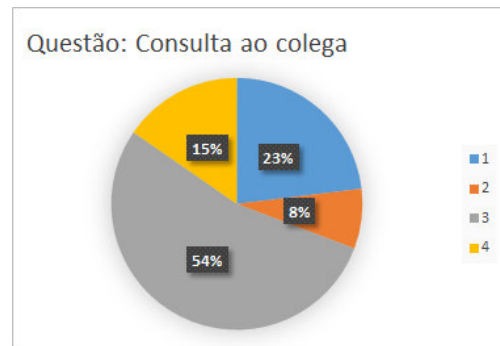


Figura 4 – Gráfico de respostas obtidas.

Observa-se na figura 4 que para a questão apresentada aos alunos, 54% dos alunos responderam “1) Sim, precisei conversar com um colega sobre a minha solução”. Outros 31% responderam também precisar consultar um colega a respeito do problema proposto. A maioria dos alunos (85%) consultaram outros colegas a respeito da solução ou compreensão de um problema, e apenas 15% responderam não ter consultado outro colega durante a construção de sua solução.

Diante da questão: “Durante a construção de seu programa utilizando o aplicativo AAP, você visitou a “Socialização das Soluções” de algum exercício?”, obtivemos o seguinte resultado apresentado na Figura 5, sendo as alternativas para responder a questão: 1) Não visitei, pois eu não sabia que existia uma “Socialização das Soluções”; 2) Não visitei, apenas enviei minhas soluções; 3) Sim, e me ajudou a construir a minha solução ao ver outras soluções; 4) Sim, e foi interessante ver outras soluções além da minha.

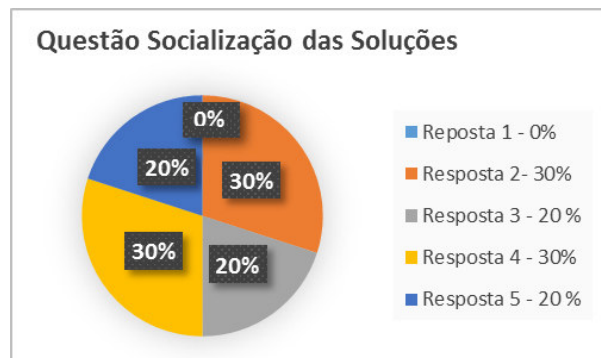


Figura 5 – Gráfico com o perfil das respostas.

As questões apresentadas foram respondidas por um total de 13 alunos que participaram de duas aulas: uma em sala de aula, onde foi proposta uma lista de exercícios para os alunos, e uma segunda aula prática em laboratório, onde foi pedido aos alunos que construíssem no ambiente APP as soluções dos exercícios propostos na última aula, ambas as aulas com duração de duas horas.

Durante as aulas de laboratório sempre é solicitado aos alunos que façam relatórios seguindo a MCP das soluções propostas e que os enviem para o e-mail da disciplina como forma de entrega, alguns alunos alegavam dificuldades em realizar os relatórios ou falta de

tempo durante a aula solicitando enviá-los após o término das aulas. Com o uso do ambiente esta atividade se tornou mais intuitiva ao passo que ao construírem os programas e realizarem testes o ambiente já armazena estas interações do aluno possibilitando acesso imediato do professor, retirando assim, a necessidade de o aluno usar editores de texto para gerar relatórios e posteriormente enviar para e-mail da disciplina.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os primeiros resultados obtidos com os testes do protótipo baseados na arquitetura pedagógica apresentada neste artigo ainda não apresentam pontos conclusivos quanto a melhora do aprendizado dos alunos em programação e nem foram completamente implementadas, sendo necessário ainda o recurso previsto de um agente avaliador e comparador de soluções recebidas pelos alunos, sendo útil tanto para uma melhor visibilidade das diferentes soluções do mural, quanto para apoiar ao professor avaliar as soluções dos exercícios. Ainda assim, seguimos com resultados preliminares positivos quanto ao uso do ambiente e aplicação das arquiteturas pedagógicas.

O uso de um ambiente que concentre nele as soluções dos alunos e as interações do grupo favorece a uma melhor recuperação da informação para futuras conclusões e avaliações dos processos seguidos no aprendizado de aprendizes.

Após a finalização do desenvolvimento dos recursos propostos para o ambiente e a validação na turma do primeiro período de curso superior em Engenharia da Computação de uma Instituição Federal de Ensino, e se possível em novas turmas, pretende-se publicar os resultados finais e completos obtidos em eventos

científicos especializados na área de aplicação do projeto a fim de contribuir com a comunidade acadêmica frente a problemas de ensino-aprendizagem de programação.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] CARVALHO, Marie J. S., NEVADO, Rosane e MENEZES, Crediné S. Aprendizagem em Rede na Educação a Distância – estudos e recursos para formação de professores. Lens – Porto Alegre/RS, 2007.
- [2] NOVAES, M. H. A evolução dos "possíveis" e dos "necessários": sua influência nos processos criativos, Rio de Janeiro, Psicologia Cognitiva e Psicolinguística, 1987.
- [3] CASTRO, A. & MENEZES, C. Aprendizagem colaborativa com suporte computacional. In M. Pimentel, H. Fuks, Sistemas Colaborativos, 135-153. Elsevier Editora Ltda, 2012.
- [4] PIAGET, Jean. A formação de símbolo na Criança: Imitação, jogo, imagem e representação. Tradução de Álvaro Cabral e Cristiane Oiticia. Rio de Janeiro, Zahar, 1976.
- [5] TAVARES, O. L.; Menezes, C.S.; Aragón, R.; Costa, L. B.: Uma arquitetura pedagógica auxiliada por tecnologias para ensino e aprendizagem de programação. In XXXIII Congresso da sociedade brasileira de computação CSBC 2013.
- [6] CHAGAS, L. B. C. (2014) “Um Ambiente para Aprendizagem de Programação com o uso de Arquiteturas Pedagógicas”; Dissertação de Mestrado; PPGI/UFES; Vitória/ES/BR, 2014.