

PORTEC: uma ferramenta para auxiliar na abstração dos conceitos de Estrutura de Dados

**Mateus Felipe Freitas¹, Sâmela Daiere Soares Mota¹, Liziane Santos Soares¹,
Rachel Carlos Duque Reis¹**

¹Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas – Universidade Federal de Viçosa –
Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba – MG – Brasil

{mateus.felipe, samela.mota, liziane.soares, rachel.reis}@ufv.br

***Abstract.** Generally, we observe a certain level of demotivation among students who attend the course of Data Structure, which comes from several factors. This paper presents a tool called PORTEC - a portal of contextualized exercises, which aims at helping the development process of abstraction and logical reasoning of students in the discipline. The PORTEC covers contextualized exercises and questions with the purpose of assisting the process of concepts learning and the realization of activities outside of class time. The portal uses the Direcional ED methodology which has been applied in the classroom and has proved to be quite promising to assist students in learning the concepts.*

***Resumo.** É comum observar a desmotivação dos alunos que cursam a disciplina de Estrutura de Dados, a qual é proveniente de vários fatores. Este trabalho apresenta uma ferramenta denominada PORTEC (Portal do Exercício Contextualizado) que visa a auxiliar o processo de abstração e desenvolvimento do raciocínio lógico de alunos na disciplina. O PORTEC abrange exercícios contextualizados e perguntas com o objetivo de auxiliar o processo de aprendizagem dos conceitos e a realização das atividades extraclasse. O portal implementa a metodologia Direcional ED a qual foi aplicada em sala de aula e se revelou bastante promissora em auxiliar os alunos no aprendizado dos conceitos.*

1. Introdução

Uma das metas dos cursos da área de Computação é capacitar o aluno para que este apresente soluções para problemas computacionais de diversos tipos [Júnior e Rapkiewicz 2004]. De acordo com Azeredo (2000), no ensino de Estrutura de Dados, deve-se dar destaque à parte conceitual e comportamental das estruturas antes de se pensar em sua implementação. No ensino da estrutura de dados Fila, por exemplo, a parte conceitual consiste na definição desse tipo abstrato de dados, e a parte comportamental consiste nas operações aplicáveis sobre essa estrutura como inserção no fim, remoção do início, entre outras. Dessa forma, espera-se que os alunos visualizem a aplicação prática dos conceitos que são apresentados na disciplina de Estrutura de Dados, mesmo antes de implementá-los.

Na prática, não é bem isso que ocorre. Observa-se um grande número de alunos desmotivados na aprendizagem da disciplina. Muito se deve ao fato de o aluno não conseguir visualizar a aplicação dos conceitos em situações da vida real e ao fato do

aluno possuir grande dificuldade em interpretar os exercícios propostos, conforme levantamento realizado por professores do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba (UFV-CRP). Percebeu-se que o método tradicional de ensino não deixa claro para os alunos a importância de certos conteúdos para sua formação, desmotivando-os no percurso de ensino-aprendizagem.

Todo esse contexto ocasiona índices preocupantes de reprovação os quais contribuem em muitos casos, para a evasão escolar [Schultz 2003; Delgado *et al.* 2004]. Mais especificamente, no curso de Sistemas de Informação da UFV-CRP, observa-se um alto índice de reprovações na disciplina de Estrutura de Dados. Segundo dados fornecidos pela coordenação responsável pela disciplina, de 2008 a 2013, observou-se um índice médio de 34% dos alunos reprovados a cada oferecimento da disciplina. Ao serem consultados por meio de um questionário, os alunos repetentes da disciplina indicaram como fatores que dificultam o bom rendimento nesta a quantidade de conceitos trabalhados, juntamente com a desmotivação e a dificuldade de enxergar a aplicação prática dos conceitos apresentados em sala de aula pelos professores.

Todos esses fatores são discutidos por autores como Santos e Costa (2006), Deters *et al.* (2008), Piva Jr. e Freitas (2010), Iepsen *et al.* (2010); e motivaram os envolvidos com a disciplina de Estrutura de Dados da nossa universidade a realizar pesquisas e estruturarem uma metodologia de ensino diferenciada visando a auxiliar o desenvolvimento do processo de abstração e raciocínio lógico dos alunos. Desta forma, este trabalho propõe uma metodologia denominada *Direciona ED*, composta por exercícios contextualizados e perguntas direcionadas, a qual é implementada através da ferramenta computacional denominada PORTEC - Portal do Exercício Contextualizado. Essa ferramenta apoia os alunos no aprendizado dos conceitos da disciplina Estrutura de Dados e permite que eles sejam capazes de visualizar aplicação prática para os conceitos de Lista, Pilha, Fila e Deque, apresentados ao longo da disciplina.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta detalhes sobre a metodologia de ensino *Direciona ED* e como ela foi desenvolvida, na Seção 3 é apresentado a ferramenta PORTEC que implementa a metodologia *Direciona ED*. Na Seção 4 são apresentados detalhes sobre a aplicação e avaliação dos resultados obtidos a partir do uso da metodologia em sala de aula. Por fim, as considerações finais são descritas na Seção 5.

2. A metodologia de ensino *Direciona ED*


A metodologia de ensino *Direciona ED* é estruturada com exercícios contextualizados, perguntas direcionadas e o desenvolvimento do Portal do Exercício Contextualizado. A metodologia consiste, inicialmente, na apresentação de uma situação-problema (situações práticas relacionadas a fatos do cotidiano, mercado de trabalho, universidade, etc.) em sala de aula pelo professor, introduzindo assim os conceitos da disciplina de Estrutura de Dados para depois serem aplicados os exercícios contextualizados e perguntas direcionadas.

Um Exercício Contextualizado consiste na descrição de uma situação-problema relacionada ao dia-a-dia do aluno, com o intuito de desenvolver o raciocínio lógico e a sua capacidade de abstração. Para isso, nesse tipo de exercício, o aluno precisa interpretar uma circunstância do dia-a-dia aplicando os conceitos de Estrutura de Dados que são apresentados em sala de aula na disciplina, um exemplo é mostrado na Figura 1.

Os exercícios contextualizados e a metodologia em questão abordam especificamente os tipos abstratos de dados Lista (e suas variações), Pilha, Fila e Deque, estáticos e dinâmicos. Os passos para solucionar os exercícios são instruídos por meio das perguntas direcionadas.

As perguntas direcionadas têm como finalidade auxiliar os alunos para que sejam capazes de identificar e extrair as informações essenciais de um problema, ou seja, elas guiam os alunos no processo de interpretação dos exercícios contextualizados, propiciando que eles identifiquem os passos necessários para solucionar os exercícios. As perguntas são utilizadas para identificar as seguintes informações: tipo abstrato de dados, tipo de alocação de memória, os dados de entrada e as operações necessárias para a solução do problema.

Módulo de contatos para celular



Na manhã do dia 15 de agosto de 2011 o site de internet “O Globo” publicou a notícia de que a empresa Google anunciou em seu blog corporativo a compra da Motorola pelo valor de US\$ 12,5 bilhões. Essa notícia pegou de surpresa os funcionários da Motorola que ficaram animados ao ouvir a declaração do diretor geral da Google: “Estamos ansiosos para receber os funcionários da Motorola em nossa família de Googlers”. Diante do compromisso da Motorola com o desenvolvimento Android, os gerentes fizeram uma reunião com os líderes de projeto, responsáveis pelo setor, para que algumas atividades fossem concluídas antes da integração das duas companhias. Dentre os módulos a serem finalizados destacou-se o módulo de contato para celular, que deverá ser implementado no prazo máximo de dois dias. Este módulo deverá possibilitar a inserção/listagem/remoção/pesquisa de contatos por nome no celular. Na inserção de um novo contato deverá ser possível cadastrar dois números de telefone e o toque de chamada (*ringtone*) personalizado para cada usuário. Inicialmente não há um limite de cadastro de contatos. Como parte dos requisitos foi solicitada a implementação usando a linguagem de programação C.

Figura 1. Exemplo de Exercício Contextualizado para a estrutura de dados Lista Simplesmente Encadeada

O uso de perguntas direcionadas é uma alternativa para estimular o raciocínio lógico dos alunos. Muitos deles, quando são induzidos por meio de questões baseadas em experiências do cotidiano, conseguem apresentar uma solução viável para um problema computacional mais intuitivamente [Mattos *et al.* 1999]. Seguindo as perguntas direcionadas definidas por este trabalho, os dados relevantes para a solução do problema exemplificado na Figura 1 são:

- a) Tipo Abstrato de Dados: *lista simplesmente encadeada*;
- b) Tipo de Alocação de Memória: *dinâmica*;
- c) Dados de Entrada (e seu tipo): *nome do contato: string; telefone 1: inteiro; telefone 2: inteiro; ringtone: string*;
- d) Operações: *inserir, listar, remover, pesquisar por nome*.

2.1. Desenvolvimento e aplicação da *Direciona ED*

A metodologia *Direciona ED* foi desenvolvida objetivando auxiliar o aluno no aprendizado dos conceitos da disciplina de Estrutura de Dados, oferecida semestralmente. Para aplicar a *Direciona ED* nas turmas de Estrutura de dados, algumas atividades foram realizadas:

- Diagnóstico das turmas de Estrutura de Dados;

- Produção de exercícios contextualizados para a aplicação da metodologia junto aos alunos;
- Aplicação e avaliação da metodologia *Direciona ED* em sala de aula e avaliação do seu impacto no aprendizado dos alunos.

2.1.1 Diagnóstico das turmas

Foi realizada a análise do perfil dos alunos da disciplina de Estrutura de Dados. Para isso, foi aplicado um questionário com o objetivo de levantar informações sobre quais eram as principais dificuldades vivenciadas pelos alunos da disciplina, quantos alunos estavam fazendo a disciplina novamente e nesse caso, por quantas reprovações o aluno já havia passado, entre outras informações. A partir das respostas, foi traçado um perfil das turmas dessa disciplina, as quais são formadas por alunos dos cursos de Sistemas de Informação e Engenharia de Produção.

Constatou-se que 22% dos alunos já haviam cursado a disciplina ao menos uma vez, ou seja, eram repetentes, e segundo eles as principais dificuldades encontradas no decorrer da disciplina de Estrutura de Dados consistiam em:

- Não conseguir visualizar aplicação prática para os conceitos apresentados na disciplina;
- Grande dificuldade para resolver os exercícios nas aulas práticas e para desenvolver os projetos práticos;
- Dificuldade em compreender o conteúdo conforme o método de ensino adotado pelo professor em sala de aula;
- Desmotivação e falta de interesse pela disciplina.

Percebeu-se, também, que 13% dos alunos não conseguia enxergar aplicação prática para os conceitos apresentados. Além da dificuldade em resolver exercícios em aulas práticas, desenvolver os projetos propostos pelos professores e compreender o conteúdo de acordo com o método de ensino adotado pelo professor, que correspondem 19% da dificuldade apontada pelos alunos.

2.2.2 Produção de exercícios contextualizados

A produção dos exercícios contextualizados foi feita pelos professores e alunos da disciplina de Estrutura de Dados. Os alunos elaboraram enunciados para os projetos práticos da disciplina, e a partir destes, os professores selecionavam os enunciados aptos a serem utilizados como exercícios contextualizados, além de produzir outros exercícios para utilizar em sala de aula com os alunos. Todos os exercícios produzidos foram verificados para conter as informações necessárias a sua solução por parte dos alunos:

- Situação-problema que permitisse identificar aplicação prática dos conceitos;
- Quantidade e tipos dos dados de entrada;
- Operações necessárias para solucionar o exercício;
- Tipo de alocação de memória (estática ou dinâmica);
- Tipo Abstrato de Dados (TAD) adequado para solucionar o exercício: Lista, Pilha, Fila ou Deque.

3. PORTEC – Portal do Exercício Contextualizado

A ferramenta PORTEC foi desenvolvida visando a dar suporte à integração dos exercícios contextualizados e das perguntas direcionadas. Ela é a automatização da metodologia *Direciona ED* e foi implementada utilizando-se a linguagem PHP.

Ao iniciar o PORTEC, é necessário informar matrícula e senha para acesso ao sistema (Figura 2a). Existem dois perfis possíveis de usuário: aluno ou professor. A Figura 2b exibe a tela inicial para um usuário com perfil “professor”. Ele poderá: cadastrar outros professores e alunos; cadastrar, editar, remover e visualizar exercícios; e visualizar o desempenho dos alunos que utilizam a ferramenta.

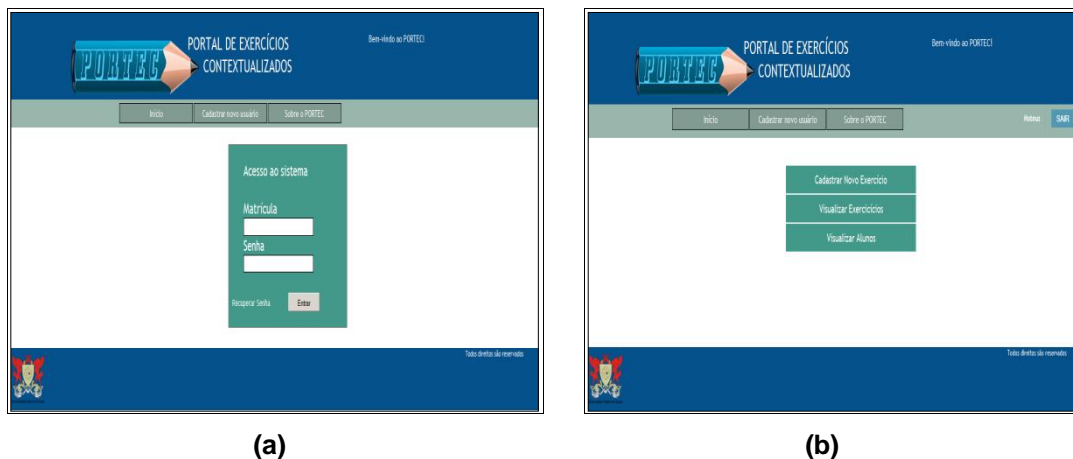


Figura 2. (a) Tela de *login* do PORTEC. (b) Tela inicial do PORTEC para o usuário com permissão de professor.

Ao cadastrar um exercício no PORTEC, o professor deve inserir: o tipo da estrutura de dado, título, enunciado e nível do exercício contextualizado. Logo em seguida, são solicitadas as informações que auxiliarão o aluno no processo de abstração e raciocínio para solucionar o problema proposto, ou seja, o professor preenche as informações relevantes às perguntas direcionadas. Na Figura 3, é possível visualizar a inserção, no PORTEC, do exercício que é apresentado na Figura 1.

Ao acessar o Portal do Exercício Contextualizado, o aluno tem a opção de solucionar um exercício que está previamente cadastrado na ferramenta. Para isso, ele deve escolher qual o tipo de exercício (Lista, Fila, Pilha, Deque) e nível (Fácil, Médio, Difícil) que resolver, conforme pode-se visualizar na Figura 4.

No sentido de melhorar a compreensão da resolução dos exercícios e problemas propostos na disciplina de Estrutura de Dados, o PORTEC assemelha-se com a ferramenta iVProg [Ribeiro *et al.* 2012] que trabalha a mesma questão buscando impactar positivamente no aprendizado de uma linguagem tradicional, como a linguagem de programação C. Na literatura, podem ser encontrados outros trabalhos cujo enfoque está no ensino de Estrutura de Dados a partir de jogos educacionais, como o SORTIA [Battistella *et al.* 2012], ambientes com animações de algoritmos, como o ASTRAL [Garcia *et al.* 1997], e recomendação de exercícios de acordo com o nível de conhecimento do aluno (envolvendo a Computação Afetiva), como o Persona-Algo [Iepsen *et al.* 2010].

(a)

#	Número de Operações	Opção Correta	Outras Opções	Excluir
0	2	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Excluir"/>
1	3	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Excluir"/>
2	4	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Excluir"/>
3	5	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Excluir"/>

(b)

Figura 3. (a) Tela de cadastro do Exercício Contextualizado. (b) Exemplo da tela de cadastro das perguntas direcionadas, mostrando o cadastro das informações da pergunta referente às operações necessárias para solucionar o exercício.

(a)

(b)

Figura 4. (a) Tela com opções dos tipos de Estruturas de Dados dos exercícios cadastrados no PORTEC. (b) Tela para o aluno selecionar o nível de dificuldade do exercício que deseja resolver.

4. Aplicação da metodologia *Direciona ED* e avaliação dos resultados

Inicialmente a metodologia foi aplicada durante um semestre para delineamento e ajustes em sua definição. Com a metodologia definida, ela foi aplicada efetivamente no semestre seguinte. No decorrer do semestre da disciplina, os Tipos Abstratos de Dados *Lista*, *Pilha*, *Fila* e *Deque* foram ministrados. Para cada TAD:

1. Ocorreu a explanação dos conceitos respectivos ao TAD;
2. Um questionário foi aplicado para verificar se o aluno conseguia visualizar aplicação prática para o conceito que acabara de aprender (Figura 6a);

3. Os alunos receberam um exercício contextualizado para ser realizado durante a aula prática da disciplina, acompanhado das perguntas direcionadas que deveriam ser respondidas para a solução do exercício e posterior implementação do TAD em alguma linguagem de programação¹;
4. Outro questionário foi aplicado para verificar a efetividade das perguntas direcionadas em auxiliar o aluno na identificação do TAD, dados de entrada, operações, e outros elementos pertinentes à solução do problema.

A Figura 5a sumariza os resultados dos questionários aplicados para verificar se o aluno conseguia visualizar aplicação prática de cada conceito aprendido. É possível observar que o percentual de alunos que consegue pensar em aplicações práticas para o TAD *Lista* (55%) não é tão expressivo. Uma das razões para isso reside no fato de que o TAD *Lista* é geralmente o primeiro TAD a ser ensinado durante a disciplina. Desta forma, o aluno ainda não está habituado a pensar em possíveis contextos e situações nos quais os conceitos do TAD se aplicam. Os TADs, *Pilha* e *Fila* são mais intuitivos. Os próprios termos que os designam já representam usos cotidianos desses TADs (uma fila de banco, uma pilha de pratos, etc) e por isso observamos um percentual maior de alunos que visualizam suas aplicações práticas (60% e 96%). O TAD *Deque* possui particularidades próprias de implementação – restrições de acesso (inserção) e saída (remoção). Ele é o TAD para o qual observamos o menor percentual de alunos que visualizam suas aplicações práticas (43%).

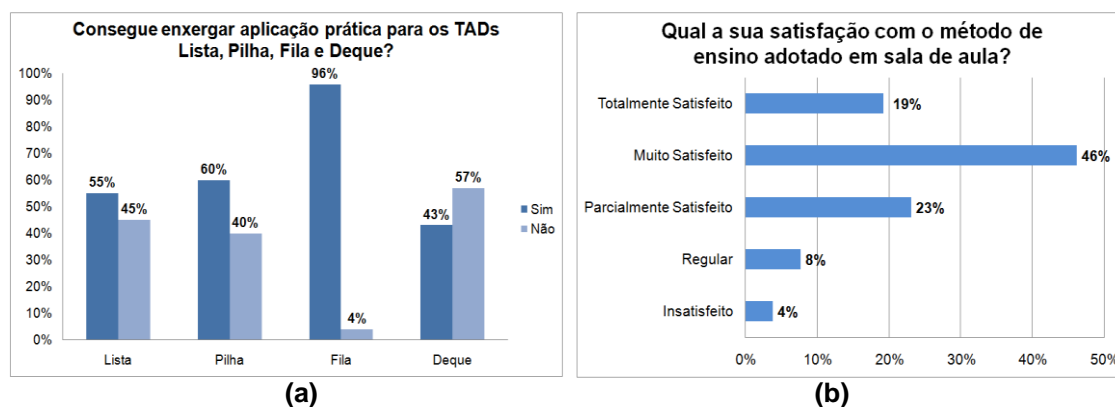


Figura 5. (a) Percentual de alunos que conseguiram visualizar aplicação prática para cada um dos TADs *Lista*, *Pilha*, *Fila* e *Deque*. (b) Percentual de satisfação dos alunos com a metodologia de ensino *Direciona ED*.

Durante a aplicação do primeiro exercício contextualizado, percebeu-se que os alunos apresentaram dificuldades em lidar com a nova metodologia, pois ainda não estavam familiarizados com ela. Para contornar essa situação, o professor auxiliou a turma resolvendo passo a passo o exercício, além de explicar cada uma das etapas que um exercício contextualizado possui. A partir daí, os demais exercícios foram resolvidos pelos próprios alunos sem auxílio ou intervenção do professor.

Uma vez que na metodologia *Direciona ED* os exercícios contextualizados funcionam associados às perguntas direcionadas, é importante analisar a efetividade dessas perguntas no processo de abstração das informações essenciais para compreensão

¹ Nas aulas práticas em que o PORTEC não estava disponível, as perguntas direcionadas e exercícios foram disponibilizados aos alunos em papel impresso, e a solução/implementação feita no computador.

dos exercícios. À medida que cada TAD era trabalhado na disciplina, um questionário era aplicado com o intuito de avaliar as perguntas direcionadas. Com os resultados de todos esses questionários observou-se que:

- 97% dos alunos conseguiram identificar corretamente o Tipo Abstrato de Dados para cada problema apresentado (por exemplo: Pilha dinâmica);
- 95% dos alunos conseguiram identificar corretamente os dados de entrada (por exemplo: código da pizza, sabor da pizza) e seus tipos de informação (por exemplo: inteiro, string) para solucionar o exercício;
- 66% dos alunos conseguiram identificar corretamente as operações necessárias para a resolução do exercício contextualizado (por exemplo: cadastrar e imprimir);
- 63% dos alunos conseguiram enxergar aplicação e entender o contexto do enunciado apresentado pelo exercício sem dificuldade;
- As perguntas direcionadas efetivamente auxiliaram os alunos no processo de abstração e raciocínio lógico de cada problema. Nos casos em que o exercício contextualizado foi bem redigido e não apresentava ambiguidades, permitindo com que eles compreendessem os passos necessários para solucionar (codificar) o problema apresentado pelo exercício.

Em um segundo momento da disciplina, além de terem resolvido os exercícios contextualizados apresentados pelo professor, os alunos foram incentivados a produzir seus próprios enunciados ou histórias na forma de projetos práticos para a disciplina. Para cada projeto prático o professor da disciplina sorteou o Tipo Abstrato de Dados e tema (exemplo: *Lista Duplamente Encadeada* – tema: *situação do meio acadêmico*) para que os alunos, em grupos formados por até três integrantes, elaborassem uma proposta de no máximo 120 caracteres. Após a aprovação da proposta pelo professor os grupos desenvolveram um enunciado (exercício contextualizado) e realizaram a codificação (na linguagem de programação C) de uma solução para o problema usando o TAD sorteado.

Para auxiliar os grupos na elaboração adequada do enunciado do projeto prático, foi aplicada a técnica de Grupo Focal [Pimentel e Fuks 2011], possibilitando debater com os alunos de cada grupo a respeito das dificuldades que eles possuíam em relação às etapas do projeto prático (escrita do enunciado e codificação). A técnica de Grupo Focal contribuiu para que 87% dos alunos conseguissem entender a aplicação dos conceitos da disciplina de Estrutura de Dados em seu projeto prático. Foi possível identificar também, com a técnica, que 13% dos alunos não tiveram dificuldades com o desenvolvimento do projeto em nenhuma das etapas.

A elaboração de enunciados para os projetos pelos alunos permitiu a produção de novos exercícios contextualizados e possibilitou aos alunos mais uma oportunidade de visualizar aplicação prática dos conceitos abordados na disciplina. Além disso, novos exercícios contextualizados alimentam um acervo de exercícios que pode ser usado pelo professor. Atualmente o acervo de exercícios contextualizados conta com 37 (trinta e sete) exercícios, que passaram por revisão e adequação, estando aptos a serem utilizados em atividades extraclasse ou em sala de aula, na disciplina de Estrutura de Dados.

Após a realização de todas as atividades relacionadas com a aplicação da metodologia *Direciona ED*, a aceitação e satisfação dos alunos com a metodologia foi

avaliada através de questionário. Dos alunos que responderam o questionário, 88% apontam que a adoção da metodologia *Direciona ED* em sala de aula favoreceu o seu aprendizado na disciplina. Além disso, 84% dos alunos sugerem que a metodologia em questão seja adaptada para outras disciplinas, pois a aplicação de exercícios contextualizados ajuda na assimilação dos conceitos vistos no decorrer da disciplina.

Em relação à satisfação dos alunos com a metodologia, foi aplicado um questionário, utilizando uma escala de 1 a 5 (onde o valor 1 significava insatisfação e 5, satisfação total) que apresenta seus resultados sumarizados no gráfico da Figuras 5b. O grupo de alunos que respondeu “não” sobre a metodologia de ensino favorecer o aprendizado e desempenho na disciplina, atribuiu notas de satisfação 1 (insatisfeito), 2 (regular) ou 3 (parcialmente satisfeito) à satisfação com a metodologia. Além disso, algumas sugestões e críticas foram feitas no sentido de que a aplicação da metodologia seja ajustada de forma que os projetos práticos sejam realizados antes das avaliações, pois eles ajudariam na fixação dos conteúdos da disciplina.

Um total de 65% dos alunos, atribuiu à metodologia notas 4 (muito satisfeito) e 5 (totalmente satisfeito), o que demonstra que a estrutura da metodologia favorece tanto a aprendizagem destes alunos como também é um fator motivacional ao longo do processo de aprendizagem na disciplina.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

A metodologia de ensino *Direciona ED* juntamente com o PORTEC foram utilizados na disciplina de Estrutura de Dados da UFV-CRP, objetivando motivar esses alunos durante o processo de ensino-aprendizagem. O PORTEC permite que os alunos possam solucionar os exercícios, fornecendo auxílio na etapa de abstração das informações e identificação dos passos para implementação da solução. A aplicação da metodologia *Direciona ED* apresentou impactos positivos no aprendizado e desempenho dos alunos na disciplina. Além disso, resultou na criação de um acervo de exercícios contextualizado, que juntamente com as perguntas direcionadas, podem ser aplicados em novas turmas da disciplina.

A metodologia também contribui com a construção do conhecimento do aluno, que possui participação ativa na construção do seu próprio conhecimento, assim como outras metodologias o fazem, como, por exemplo, as metodologias PBL.

A ferramenta continuará a ser avaliada para que possa ser melhorada e evoluída. Os próximos passos deste trabalho consistem na consolidação do acervo-didático o qual apoiará a aplicação da metodologia *Direciona ED* em novas turmas. Desta forma será possível continuar a promover a melhoria do ensino da disciplina de Estrutura de Dados e também da própria metodologia de ensino. Baseado na avaliação feita junto aos alunos (Figura 5b) é desejável que a metodologia seja aprimorada para atingir uma parcela de satisfação ainda maior com o seu uso.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Viçosa pelo financiamento deste trabalho através do Programa de Apoio ao Ensino da Fundação Arthur Bernardes - FUNARBEN.

Referências

- Azeredo, P. A. (2000) “Uma proposta de plano pedagógico para a matéria de programação”. Anais do II Curso: Qualidade de Cursos de Graduação da Área de Computação e Informática (WEI’2000). Editora Universitária Champagnat.
- Battistella, P. E.; von Wangenheim, A.; von Wangenheim, C. G. (2012) “SORTIA - Um jogo para ensino de Algoritmo de Ordenação: estudo de caso na disciplina de Estrutura de Dados”. *In: XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE’2012) – Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro, RJ.*
- Delgado, C.; Xexeo, J. A. M.; Souza, I. F.; Campos, M.; Rapkiewicz, C. E. (2004) “Uma abordagem pedagógica para a iniciação ao estudo de Algoritmos”. *In: XII Workshop de Educação em Computação (WEI’2004). Salvador, BA.*
- Deters, J.; Silva, J.; Miranda, E. M.; Fernandes, A. (2008) “O desafio de trabalhar com alunos repetentes na disciplina de Algoritmos e Programação”. *In: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE’2008). Fortaleza, CE.*
- Garcia, I. C.; Rezende, P. J. D.; Calheiros, F. C. (1997) “Astral: um ambiente para ensino de Estruturas de Dados através de animações de algoritmos”. *In: Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), v.1, n.1, p.71-80.*
- Iepsen, E. F.; Bercht, M.; Reategui, E. (2010) “Persona-Algo: personalização dos exercícios de Algoritmos auxiliados por um agente afetivo”. *In: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE’2010). João Pessoa, PB.*
- Júnior, J. C. R. P.; Rapkiewicz, C. E. (2004) “O processo de ensino-aprendizagem de fundamentos de Programação: uma visão crítica da pesquisa no Brasil”. Campos dos Goytacazes, RJ.
- Mattos, M. M.; Fernandes, A.; López, O. C. (1999) “Sistema especialista para apoio ao aprendizado de Lógica de Programação”. *In: VII Congresso Iberoamericano de Educación Superior em Computación (CIESC’99). Asunción, Paraguay.*
- Pimentel, M.; Fuks, H. “Sistemas Colaborativos”. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus-SBC, 2011.
- Piva Jr., D.; Freitas, R. L. (2010) “Estratégias para melhorar os processos de abstração na disciplina de Algoritmos”. *In: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE’2010). João Pessoa, PB.*
- Ribeiro, R. S.; Brandão, L. O.; Brandão, A. A. F. (2012) “Uma visão do cenário nacional do ensino de Algoritmos e Programação: uma proposta baseada no Paradigma de Programação Visual”. *In: XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE’2012) – CBIE, Rio de Janeiro, RJ.*
- Santos, R. P.; Costa, H. A. X. (2006) “Análises de metodologias e ambientes de ensino para Algoritmos, Estrutura de Dados e Programação para iniciantes em Computação e Informática”. *In: INFOCOMP – Journal of Computer Science. Lavras, MG, v.5, n. 1, p. 41-50.*
- Schultz, M. R. O. (2003) “Metodologias para ensino de Lógica de Programação de Computadores”. Monografia de especialização (Ciência da Computação). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC. 69 p.