

KLOSS: FERRAMENTA GRÁFICA PARA O ENSINO DE ALGORITMOS DE ORDENAÇÃO

KLOSS: GRAPHICAL TOOL FOR TEACHING PF SORTING ALGORITHMS

Karina Mayumi Johansson¹

Daniela Eloise Flor²

Resumo: A literatura relata dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Algoritmos e Estruturas de Dados (AED). Fatores complicadores apontados são o ensino da disciplina logo no início do curso e a exigência de capacidades dos alunos, tais como: alto nível de abstração, pensamento crítico, base matemática e lógica; habilidades que muitas vezes não foram desenvolvidas em anos anteriores de estudo. Uma proposta para tentar minimizar esse problema é a utilização de ferramentas gráficas de apoio. No contexto nacional do ensino da disciplina AED, a metodologia tem obtido resultados positivos. Um ponto observado sobre as ferramentas existentes é que elas ilustram os diversos métodos de ordenação de vetores de modo genérico, independentemente de suas particularidades. Deste modo, este trabalho tem como objetivo apresentar e avaliar Kloss, uma ferramenta gráfica para o ensino de algoritmos de ordenação desenvolvida no ambiente *Scratch*. A ferramenta apresenta as animações dos métodos de ordenação *Bubble Sort*, *Insertion Sort* e *Quick Sort*. Kloss foi empregada no ensino do conteúdo, na disciplina Algoritmos e Linguagem de Programação II, em um Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. A partir dessa utilização, foi feita uma avaliação quantitativa de Kloss, que obteve como resultados aproximadamente 80% de aceitação nos quesitos interface gráfica e usabilidade.

Palavras-chave: Algoritmos de Ordenação. Ferramenta gráfica. Processo de Ensino-Aprendizagem. Computação. Estrutura de Dados.

Abstract: In literature there are reports about the difficulties encountered in the process of teaching and learning in the algorithms and data structures (ADS) course. The complicating factors are pointed out as teaching the subject in the beginning of the formative process, and students' capacity requirements, such as: high levels of abstraction, critical and logical thinking, as well as a mathematical base; skills that often have not been developed in the previous years of study. One proposal to minimize this problem is the use of graphical support tools. In the domestic context of teaching ADS, such a method has obtained positive results. One thing that was observed about the existing tools is that they illustrate the various methods of vector sorting in a generic way, regardless of their respective particularities. Therefore, the aim of this study is to present and evaluate Kloss, a graphical tool for teaching of sorting algorithms developed within the *Scratch* environment. This tool introduces the animations of the methods *Bubble Sort*, *Insertion Sort*, and *Quick Sort*. Kloss was employed in teaching the content, in the subject Algorithms and Programming Languages II, in a technical course of information technology integrated to the regular high school curriculum. Based upon this, a quantitative evaluation of Kloss was made, which achieved results of approximately 80% of acceptance regarding the graphical interface and its usability.

Keywords: Sorting Algorithms. Graphical Tool. Teaching-learning Process. Computing. Data Structure.

¹ Discente, Instituto Federal do Paraná e kahjohansson@gmail.com

² Docente, Instituto Federal do Paraná e daniela.flor@ifpr.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Nos cursos da área de computação, existem disciplinas iniciais que se fazem pré-requisito para outras de períodos seguintes por desenvolverem habilidades e ensinarem conceitos que serão essenciais para essas matérias. Dentre elas, está a disciplina de Algoritmos e Estruturas de Dados (AED), na qual muitos alunos apresentam dificuldade, e que possui altos índices de reprovação. A título de exemplo, um levantamento realizado pela Universidade de São Paulo (USP) revelou que de 2010 a 2014 o índice de reprovação na disciplina de Introdução à Programação (também denominada de Algoritmos) foi de 30%, chegando a ultrapassar os 50% em alguns casos (BOSSE, 2015). Além de ser um fator dificultador para disciplinas posteriores, tal situação aponta para problemas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina enfrentado em diversas instituições de ensino.

Dentre os principais complicadores do processo de ensino-aprendizagem da disciplina AED podem ser destacados a falta de pré-requisitos, que não foram desenvolvidos em fases iniciais (GOMES e MENDES, 2007) e o fato de que tais

disciplinas são ministradas seguindo uma progressão encadeada por fatores lógicos e didáticos dos conteúdos. Isto é, a transmissão do conteúdo é realizada em etapas interdependentes e a assimilação do conhecimento após cada etapa é importante, pois cada uma dessas é pré-requisito para o entendimento da próxima (Gomes da Costa, 2011, p. 3, apud Silva e Júnior, s.d)

A disciplina AED tem como objetivos: i) apresentar e desenvolver as bases de algoritmos, que são um esquema de resolução de problema; e ii) ensinar estruturas de dados, que são um modo particular de armazenamento e organização de dados em um computador, exemplos delas são vetores e pilhas. Partindo desses dois conteúdos, são ensinadas ainda matérias que os relacionam, como é o caso dos algoritmos de ordenação, que utilizam estruturas lógicas para o arranjo de vetores.

No ensino desses métodos de ordenação de dados, são apresentados primeiramente métodos de fácil implementação, como o *Bubble Sort*, que funciona pela comparação entre elementos consecutivos; posteriormente, são

ministrados métodos mais elaborados, como o *Quick Sort*, que utiliza particionamento por recursividade.

É encontrada grande dificuldade nessa etapa, tanto nos métodos elementares, que necessitam da capacidade de abstração e conceitos básicos de algoritmos, como nos métodos mais elaborados como o *Quick Sort*, que necessitam tanto do entendimento dos métodos mais simples como de conceitos mais complexos como de recursividade.

Uma das propostas para solucionar os problemas encontrados no processo de ensino-aprendizagem da disciplina AED é a utilização de ferramentas gráficas (SOARES, 2004). Há diversas ferramentas construídas para o ensino da disciplina, porém elas apresentam representações de algoritmos de ordenação genéricas, que não levam em conta as particularidades de cada método, funcionalidade que possivelmente ajudaria na compreensão do conteúdo pelo aluno. Desse modo, este artigo tem como objetivo apresentar Kloss, uma ferramenta gráfica educacional para o ensino de ordenação de dados que tem enfoque na representação personalizada de cada método. A ferramenta permite ao usuário: i) realizar a entrada dos dados do vetor a ser ordenado; e ii) visualizar as animações gráficas personalizadas dos métodos elementares *Bubble Sort* e *Insertion Sort*, que representam os elementos com tamanhos de acordo com seus valores, a fim de tornar as comparações mais evidentes; e do método *Quick Sort*, que representam os ponteiros e as partições.

Outra característica dessa ferramenta é a utilização do ambiente de desenvolvimento *Scratch*, juntamente com sua linguagem visual em detrimento de linguagens de programação como *Java*, sendo esta a mais utilizada dentre as ferramentas existentes.

O artigo apresenta ainda o processo de aplicação e avaliação da ferramenta e seus resultados. O presente trabalho está dividido da seguinte forma: na Seção 2 são apontados os problemas enfrentados no processo de ensino e aprendizagem da disciplina Algoritmos e Estrutura de Dados (AED). Na Seção 3 são discutidos alguns trabalhos correlatos. Na Seção 4 são apresentados os objetivos do trabalho. Na seção 5 são mostrados os Materiais

e Métodos, sendo esta dividida em apresentação do ambiente Scratch, em que a ferramenta foi desenvolvida, e descrição do processo de desenvolvimento da ferramenta. Na Seção 6 Kloss é apresentada. Na Seção 7 é exposta a metodologia utilizada para a aplicação e a avaliação da ferramenta. Por fim, na Seção 8 estão as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 ENSINO DE ALGORITMOS DE ESTRUTURA DE DADOS (AED)

Diversos fatores contribuem para a dificuldade no processo de ensino-aprendizagem da disciplina AED. Dois complicadores importantes, apontados por Gomes e Mendes (2007), são o ensino da disciplina logo no início do curso e a exigência de capacidades dos alunos como: alto nível de abstração, pensamento crítico, base matemática e lógica, que muitas vezes não foram desenvolvidos em anos anteriores de estudo.

Outros fatores apontados pelos autores são: i) falta de motivação em relação à disciplina, devido ao seu alto nível de reprovações, que constitui a crença da disciplina como um difícil obstáculo a ser superado; ii) dificuldade enfrentada devido à alta complexidade da sintaxe das linguagens de programação, uma vez que não foram desenvolvidas para o ensino, e sim para uso profissional; iii) utilização de método de estudo baseado em ler e decorar, que para certas matérias implica positivamente no aprendizado, ou ao menos nas avaliações de certas disciplinas, porém não na disciplina em questão, em que aprende-se por um método prático e intenso; e iv) falta de empenho em adquirir as competências necessárias da disciplina pela prática intensiva.

Mercado (2002), conforme citado por Silva e Júnior (2012, p. 3), afirma que as ferramentas gráficas

“podem facilitar a percepção dos conceitos da disciplina por parte do aluno, trazendo para o monitor do computador significativa quantidade de estímulos (como imagens, textos e animações) que eliminam as tarefas que exigem exercício de processos repetitivos e maçantes. Assim, o aluno é estimulado a dar maior atenção ao “Por quê?”, “Como funciona?”, “O que é?” de conceitos e de processos de maneira projetada visando à facilidade de aprendizado”.

Santos e Costa (2005), apontam outros fatores que tornam a utilização de ferramentas educacionais extremamente relevantes, como: i) o aluno se interessa por aulas diferenciadas, assim, a utilização das ferramentas além de prenderem sua atenção, também influenciam positivamente nas avaliações; ii) pode gerar uma economia de tempo que pode ser direcionada para maiores explicações e resoluções de exercícios, uma vez que o material didático é virtual, o que evita uma explanação exaustiva através do quadro-negro; iii) permite ao aluno ter acesso ao material virtual para que possa estudar em casa; e iv) facilita o processo de transição de educadores uma vez que existe uma base pronta para ser apreciada, o que mantém a qualidade de ensino e aprendizagem do conteúdo.

3 FERRAMENTAS GRÁFICAS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO DE AED

Alguns trabalhos propuseram o desenvolvimento de ferramentas gráficas para o ensino de Estrutura de Dados. E dentre eles, alguns foram aplicados. São eles:

a) ASTRAL - É um ambiente de programação para produção de animações de algoritmos e estrutura de dados com propósito instrucional. Foi desenvolvido no Instituto de Computação da UNICAMP em 1995-97, utilizando a linguagem *Pascal*. Essa ferramenta conta com a representação de uma grande variedade de algoritmos, como árvores, grafos, algoritmos de ordenação, gramáticas entre outros. A representação de ordenação de dados é feita por pontos e barras. Foi aplicado em laboratório de software durante três semestres com sucesso. (GARCIA, REZENDE e CALHEIROS, 1997)

b) TBC-AED e TBC-AED/WEB - é um ambiente computacional didático. Foi desenvolvido em Java primeiramente em versão desktop, já pensando em sua portabilidade web. É composto, basicamente, pelos seguintes elementos: i) links explicativos; ii) conteúdo teórico simples, que tem o importante papel de ajudar o aluno a se familiarizar melhor com o assunto; iii) processo gráfico passo a passo; e iv) legendas explicativas, que ilustram as etapas do processo

Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.3, n.4, dezembro de 2018.

de apresentação de algoritmos. Segundo o autor, sua aplicação apontou para maior agilidade em aulas teóricas (conceituais), melhorando a visualização da execução de algoritmos e propiciando espaço para atividades de laboratório. (SANTOS e COSTA, 2005)

c) AESDA - é uma ferramenta gráfica extensível para o ensino de algoritmos de ordenação e pesquisa com ênfase na análise da eficiência de algoritmos. Essa ferramenta engloba basicamente as funções do anterior, porém apresenta diferenciais, como: i) visualização animada do trecho de código em execução; ii) gráfico que compara a eficiência dos algoritmos; e iii) ferramenta que permite que o usuário incremente sua funcionalidade de acordo com suas necessidades, sem necessidade de conhecer profundamente os detalhes da tecnologia utilizada em seu desenvolvimento. Foi desenvolvida na linguagem *Java*, juntamente com o *framework JavaFX*. Não foi aplicada, porém em sua avaliação quantitativa obteve como resultados 95% de aceitação com relação à facilidade de uso e 85% quanto à sua utilidade. (SILVA e JÚNIOR, 2012)

d) ODIN - é um ambiente de apoio ao ensino de estrutura de dados que propicia, especificamente, a visualização gráfica do funcionamento da lista encadeada. O módulo da ferramenta responsável pela parte de apresentação gráfica das funções primitivas de lista encadeada é composto de três partes: i) painel que contém o código fonte de cada função da lista; ii) painel onde são representados os nós inseridos na estrutura de dados; e iii) menu composto de vários botões, que possibilitam a interação do usuário com o ambiente. Foi desenvolvido em *Java* e *C++*. (MADEIRA, SIMÕES e MARTINS, 2012)

A Tabela 1 sintetiza a comparação das ferramentas para ensino de AED descritas. Como pode ser observado, todas possuem representações gráficas e animadas, e quase todas abrangem o conteúdo de ordenação de dados. E ainda, a maioria apresenta visualização de código fonte, pode ser executada na web e utiliza a linguagem de programação *Java*. Porém, somente uma minoria apresenta conteúdo teórico.

Tabela 1 - Comparação entre ferramentas gráficas educacionais para o ensino de AED

Crítérios	ASTRAL	TBC-AED e TBC- AED/WEB	AESDA	ODIN
Apresenta o conteúdo teórico		X	X	
Possui representações gráficas e animadas	X	X	X	X
Possui representações de ordenação de dados	X	X	X	
Apresenta código fonte		X	X	X
Pode ser executada na web		X	X	X
Linguagem utilizada	<i>Pascal</i>	<i>Java</i>	<i>Java</i>	<i>Java e C++</i>

Fonte: Elaboração da autora.

4 OBJETIVOS

Com base nos trabalhos descritos, este trabalho se propõe a desenvolver e apresentar uma ferramenta de animações gráficas para o ensino de ordenação de dados.

A ferramenta Kloss possui elementos parecidos com os dos trabalhos apresentados, que são os seguintes: i) conteúdo teórico simples, que fornece ao aluno explicações sucintas sobre cada método de ordenação; ii) exibição do código fonte em *Java*, que é a linguagem ensinada na instituição; iii) visualização gráfica animada dos algoritmos passo a passo; iv) painel que apresenta a explicação do passo em execução, a fim de facilitar a compreensão das animações; v) legenda explicativa dos elementos da animação; e vi) botão para avançar para o próximo passo da animação.

Suas diferenças em relação às ferramentas existentes se dão em dois aspectos: i) as representações são personalizadas para cada método, levando em conta suas especificidades; e principalmente, ii) utiliza o ambiente de programação *Scratch*, que é voltada o desenvolvimento de animações por crianças, juntamente com sua linguagem visual em detrimento de linguagens

de programação como *Java*, que foi utilizada na maioria dos trabalhos apresentados anteriormente.

A linguagem escolhida para o desenvolvimento apresenta diversas características relevantes, como facilidade de utilização devido à simplificação de recursos, que fazem com que a programação no ambiente demande menos passos do que quando programada em *Java*, por exemplo.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A seção está dividida em duas, na subseção 5.1 é apresentado o ambiente em que foi desenvolvida a aplicação e na subseção 5.2 é apresentado o processo de desenvolvimento da ferramenta.

5.1 Ambiente de desenvolvimento *Scratch*

O ambiente escolhido foi desenvolvido pelo *Lifelong Kindergarten Group* (LLK), grupo de pesquisa do *MIT Media Lab*, e possui as seguintes características: i) foi criado com o propósito de introduzir a programação de maneira fácil e rápida para aqueles que não possuem nenhum tipo de experiência no assunto (MALONEY, et al., 2010); ii) sua linguagem utiliza blocos de comando para controlar objetos 2D denominados atores; iii) sua linguagem é baseada em objetos, mas não é orientada a objetos, uma vez que não possui classes nem herança; iv) apresenta inúmeros recursos para o desenvolvimento de animações, histórias interativas e jogos, por exemplo, como suporte para a utilização de sons e imagens, que inclusive, podem ser criadas no ambiente; v) pode ser desenvolvida e acessada tanto em versão desktop quanto web; e vi) possui uma ampla comunidade ativa, que compartilha seus projetos publicamente.

5.2 Desenvolvimento da ferramenta

A elaboração da ferramenta Kloss foi realizada em quatro etapas. Cada uma é detalhadamente descrita a seguir:

i) Desenvolvimento das telas iniciais – para a criação das duas primeiras telas da ferramenta, que são compostas basicamente de botões e textos, foram utilizados atores, que foram criados ou a partir da biblioteca de imagens do ambiente ou pelo editor de imagens integrado. As exceções ao uso de atores foram a utilização da caixa de diálogo, para a entrada dos dados que compõe o vetor pelo usuário, e da representação visual de lista, que tem a função de ilustrar o vetor que será ordenado.

ii) Criação dos elementos visuais das animações – para a criação dos elementos que compõe as animações gráficas como, representação dos elementos e dos ponteiros e legenda que explica cada uma das representações, foram utilizados novamente atores. Já para o componente que apresenta a explicação do passo em execução foi utilizada a representação visual de variável como adaptação, uma vez que o ambiente não possui campos de texto.

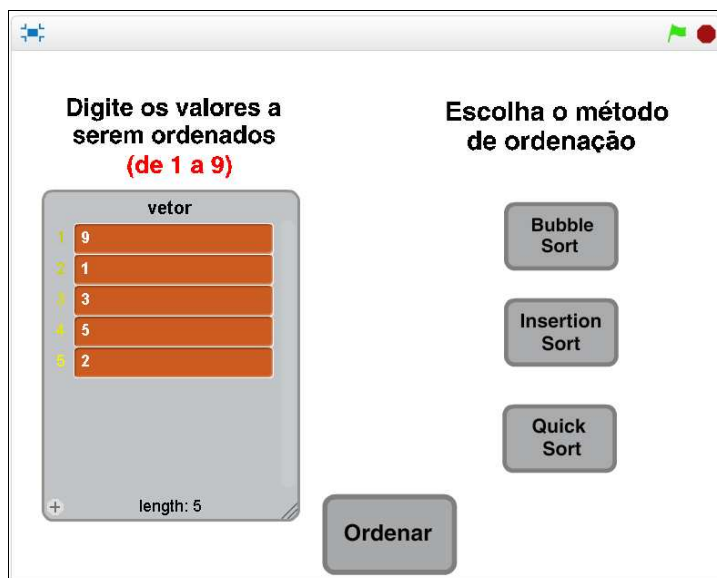
iii) Programação lógica – para dar vida aos elementos criados na etapa anterior, foram criados eventos para cada uma das ações. Posteriormente, essas ações foram ligadas aos componentes das telas iniciais.

iv) Criação dos demais elementos das telas de animação foram produzidos os elementos faltantes, como os painéis de conteúdo didático e de código fonte. Para isso, utilizou-se a representação visual de lista. A fim de melhorar esteticamente esses componentes, foram utilizados outros atores em conjunto.

6 A FERRAMENTA KLOSS

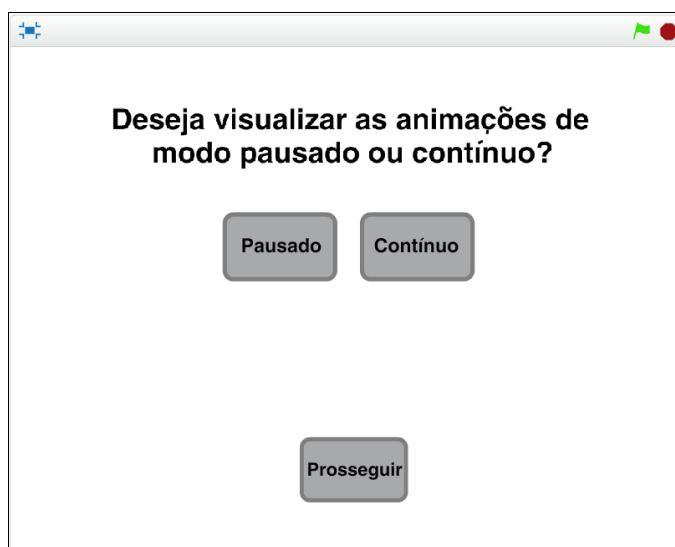
A Figura 1 apresenta a tela inicial da ferramenta Kloss.

Figura 1 - Tela inicial da ferramenta



Ao acessar a tela inicial da ferramenta (Figura 1), o usuário digita os valores na caixa de diálogo que surge, e estes são então captados e apresentados na representação visual de lista (no lado esquerdo da figura). O usuário então, escolhe o método de ordenação e por fim, pressiona o botão “ordenar” a fim de prosseguir para a próxima tela (Figura 2).

Figura 2 - Tela de escolha de configuração



Na tela de configuração, o usuário faz a escolha de visualizar a animação de modo pausado ou contínuo mediante o pressionamento do botão respectivo à escolha. E assim, prossegue para a tela seguinte clicando no botão “prosseguir”.

Figura 3 – Tela de animação gráfica do método Bubble Sort



Figura 4 – Tela de animação gráfica do método Insertion Sort

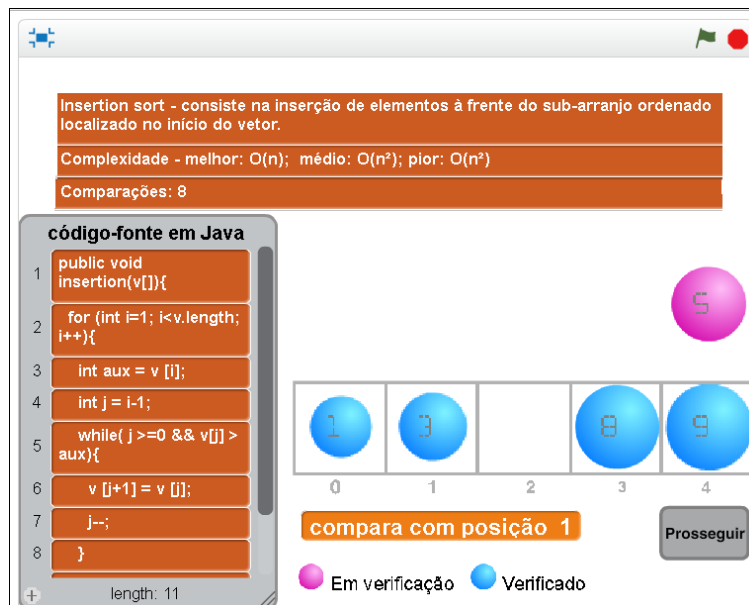


Figura 5 – Tela de animação gráfica do método Quick Sort



O usuário é então direcionado para a tela de execução do método escolhido. As Figuras Figura 3, Figura 5 e Figura 5 representam tal tela. Sendo elas, respectivamente, dos métodos *Bubble Sort*, *Insertion Sort* e *Quick Sort*.

A tela é composta pelos seguintes elementos: i) painel que apresenta breve explicação teórica, complexidade e número de comparações realizados; ii) código fonte em *Java*; iii) representação gráfica e animada, em que os elementos sofrem mudança de cor e posição de acordo com os passos; iv) legenda que explica o passo em execução; v) legenda explicativa dos elementos da animação; e vi) botão para passar para o próximo passo, que está ativado caso o usuário tiver selecionado a opção “pausado” na tela anterior.

Ao ser realizada uma comparação entre as três telas, pode-se perceber a característica mencionada anteriormente, a personalização das animações de acordo com as particularidades de cada método. No *Bubble Sort*, os elementos são destacados com cores e tamanhos diferentes a fim de tornar mais evidentes as comparações; no *Insertion Sort* ocorre também a elevação do elemento em comparação; e no *Quick Sort*, a animação representa os ponteiros e partições e informa no início de cada ciclo o valor do pivô.

A qualquer momento da utilização da ferramenta, o usuário pode encerrar a aplicação clicando no botão vermelho (localizado no canto superior direito). Para reiniciar a ferramenta, deve ser clicado o botão verde em formato de bandeira.

7 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA

A aplicação da ferramenta foi feita na turma do 2º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná, Campus Paranavaí. A classe, composta por 39 alunos, já havia sido ensinada anteriormente sobre o conteúdo por meio de aula expositiva com aplicação de atividade na disciplina de Algoritmos e Linguagem de Programação II.

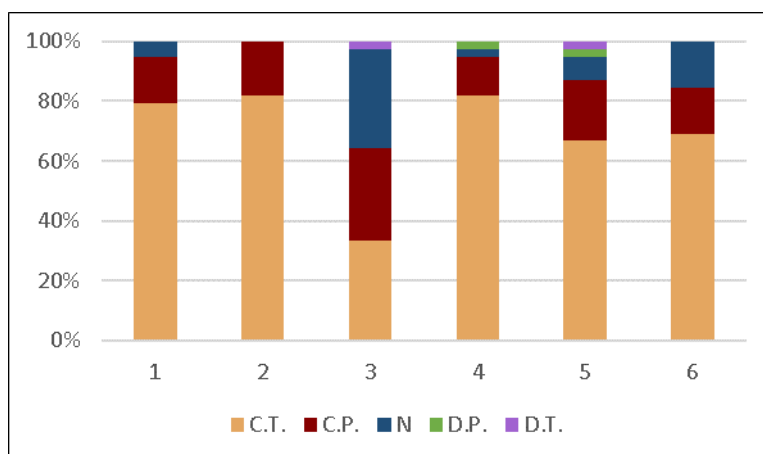
O processo foi dividido em três aulas: *Bubble Sort*, *Insertion Sort* e *Quick Sort*. Todas seguiram os seguintes passos: realização de avaliação diagnóstica acerca do tema da aula; exposição à frente da sala da animação gráfica do método correspondente, sendo realizado sem demais explicações, para que os alunos pudessem ter um primeiro contato com o algoritmo e pudessem desenvolver ideias iniciais sobre sua lógica; exposição da animação mais uma vez, mas dessa vez com explicações sobre cada passo e sobre a lógica ali envolvida, sendo esse passo repetido quantas vezes fosse necessário, mas respeitando o período de duração da aula; utilização da ferramenta pelos alunos; e por fim, realização mais uma vez da avaliação diagnóstica. Na última aula, foi realizada a avaliação da ferramenta.

Na avaliação, os alunos responderam um questionário sobre a ferramenta, que era composto por 6 afirmações e um campo em que o aluno poderia escrever observações. Para cada uma das afirmações, o aluno poderia escolher entre as seguintes opções: “Discordo Totalmente”, “Discordo Parcialmente”, “Neutro”, “Concordo Parcialmente” e “Concordo Totalmente”. As afirmações que compõe o questionário, bem como os resultados da avaliação são apresentados na Tabela 2 e no Gráfico 1, respectivamente.

Tabela 2 - Afirmações do questionário de avaliação da ferramenta

Afirmações sobre a ferramenta	
1	A ferramenta apresenta uma interface limpa e agradável.
2	A ferramenta apresenta telas de fácil compreensão e utilização.
3	A ferramenta representou um estímulo positivo que gerou em mim uma maior vontade de estudar o conteúdo.
4	Seria interessante a utilização de animações para o ensino de outros conteúdos da informática.
5	Seria interessante que a ferramenta fosse expandida para que englobasse outros conteúdos da disciplina.
6	Eu consideraria utilizar a ferramenta para estudo extraclasse.

Gráfico 1 - Resultados da avaliação



Com base no Gráfico 1, pode-se analisar que a ferramenta foi bem avaliada nos quesitos (1) interface, (2) facilidade de compreensão e (3) utilização e na possibilidade de sua expansão de forma que englobe mais conteúdos da informática, com 79% de respostas “Concordo Totalmente” para a primeira afirmativa, e 82% para as duas outras.

Na afirmação 5 alguns alunos responderam “Discordo Parcialmente” e “Discordo Totalmente”, acredita-se que esse desinteresse pela ferramenta ser expandida para outros conteúdos da matéria seja pelo fato de que eles estavam finalizando a disciplina.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou Kloss, uma ferramenta gráfica desenvolvida para o ensino de algoritmos de ordenação. A ferramenta mostrou um ponto importante ressaltado por Santos e Costa (2005), o maior interesse dos alunos por aulas diferenciadas. A avaliação aplicada mostrou que 33% dos 39 alunos concordaram totalmente que a ferramenta representou um estímulo positivo que gerou uma maior vontade de estudar o conteúdo.

Pretende-se futuramente verificar de modo quantitativo, mas principalmente, qualitativo a relevância da utilização da ferramenta Kloss no ensino do conteúdo de algoritmos de ordenação tendo como amostra as avaliações diagnósticas mencionadas na seção 7. Além disso, visa-se realizar um estudo de comparação da utilização da metodologia tradicional com a metodologia alternativa, que utiliza a ferramenta Kloss.

Por fim, planeja-se argumentar sobre a interferência do ambiente de desenvolvimento *Scratch* no desenvolvimento e na utilização da ferramenta.

REFERÊNCIAS

BOSSE, Y. G. M. A. Reprovações e Trancamentos nas Disciplinas de Introdução à Programação da Universidade de São Paulo: Um Estudo Preliminar. **WEI-Workshop sobre Educação em Computação**, 2015.

GARCIA, I. C.; REZENDE, P. J.; CALHEIROS, F. C. Astral: um ambiente para ensino de estruturas de dados através de animações de algoritmos. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, 1997. 71-80. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/rbie/1/1/006.pdf>>.

GOMES, A.; MENDES, A. J. Learning to program-difficulties and solutions. **International Conference on Engineering Education–ICEE**, 2007.

MADEIRA, M. F.; SIMÕES, P. W. T. D. A.; MARTINS, P. J. Odin-ambiente web de apoio ao ensino de estruturas de dados lista encadeada. **Anais SULCOMP**, Criciúma, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/sulcomp/article/view/800>>.

SANTOS, R. P.; COSTA, H. A. X. TBC-AED e TBC-AED/WEB: Um Desafio no Ensino de Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação., 2005. Disponível em: <<http://www.cos.ufrj.br/~rps/pub/completos/2005/COMPSULMT.pdf>>.

SILVA, M.; JÚNIOR, P. A. P. Aesda: Ferramenta Educacional Gráfica Extensível para Ensino de Algoritmos de Ordenação e Pesquisa com Ênfase na Análise da Eficiência de Algoritmos., 2012. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2013/0032.pdf>>.

SOARES, T. C. A. P. et al. Uma Proposta Metodológica para o Aprendizado de Algoritmos em Grafos Via Animação Não-Intrusiva de Algoritmos. **Workshop de Educação Em Computação e Informática Do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2004.

Edição especial - Semana de Tecnologia da Informação 2017 – Instituto Federal do Paraná - Campus Paranavaí

Enviado em: 14 mar. 2018

Aceito em: 22 jun. 2018

Editores responsáveis: Mateus das Neves Gomes / Willian Nalepa Oizumi