

# Kloss: Ferramenta Gráfica Para o Ensino de Algoritmos de Ordenação

Karina Mayumi Johansson<sup>1</sup>, Daniela Eloise Flôr<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio  
Instituto Federal do Paraná (IFPR) – Campus Paranavaí  
87703-536 – Paranavaí – PR – Brasil

kahjohansson@gmail.com, daniela.flor@ifpr.edu.br

**Abstract.** *Literature reports about the difficulties encountered in the process of teaching-learning of the discipline algorithms and data structures (ADS), one of the factors being its high demand of abstraction of the differences. One proposal is to try and minimize this problem by using graphical support tools. There are several tools to teach ADS, but they illustrate the ordering of generic vectors. Consequently, this paper aims to present Kloss, a graphical tool for teaching of ordering algorithms developed within the Scratch environment, which presents the customized animations of each method according to their specific features. The current article also presents an quantitative evaluation of Kloss, which obtained a score of approximately 80 % acceptance with regard to the graphical user interface and its usability.*

**Resumo.** *A literatura relata dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Algoritmo e Estrutura de Dados (AED), sendo um dos fatores sua alta demanda de abstração dos discentes. Uma proposta para tentar minimizar esse problema é a utilização de ferramentas gráficas de apoio. Existem diversas ferramentas para o ensino de AED, porém elas ilustram a ordenação de vetores de modo genérico. Deste modo, este trabalho tem como objetivo apresentar Kloss, uma ferramenta gráfica para o ensino de algoritmos de ordenação desenvolvida no ambiente Scratch, que apresenta as animações personalizadas de cada método de acordo com suas particularidades. O presente artigo apresenta ainda uma avaliação quantitativa da ferramenta Kloss, que obteve como resultados aproximadamente 80% de aceitação nos quesitos interface gráfica e usabilidade.*

## 1. Introdução

Nos cursos da área da computação, existem disciplinas iniciais que se fazem pré-requisito para outras de períodos seguintes, por desenvolverem habilidades e ensinarem conceitos essenciais para a compreensão dos conteúdos que serão a base para essas disciplinas mais avançadas. Dentre elas, está a disciplina de Algoritmos e Estrutura de Dados (AED), na qual muitos alunos apresentam dificuldade, e que possui altos índices de reprovação. Além de ser um fator dificultador para disciplinas posteriores, tal situação aponta para problemas no processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

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, apud Silva & Júnior, s.d).

A disciplina AED, como o próprio nome sugere, 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 a melhora 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 ordenação de dados 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 representa 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, a mais utilizada dentre as ferramentas existentes.

## 2. Ensino de Algoritmos e Estrutura de Dados

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), 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 ainda, 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, usando linguagem Java e o framework JavaFX. 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 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. Não foi aplicada, mas 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 a seguir 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**

Critérios	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	Pascal	Java	Java	Java e C++

#### 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 4.1 é apresentado o ambiente em que foi desenvolvida a aplicação e na subseção 4.2 é apresentado o processo de desenvolvimento da ferramenta.

### 5.1. Ambiente introdutório de ensino 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 descrita detalhadamente 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

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

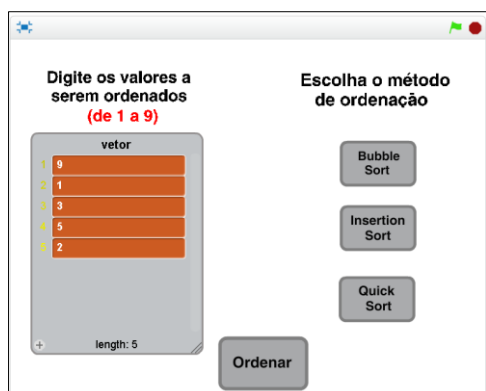


Figura 1 - Tela Inicial da ferramenta

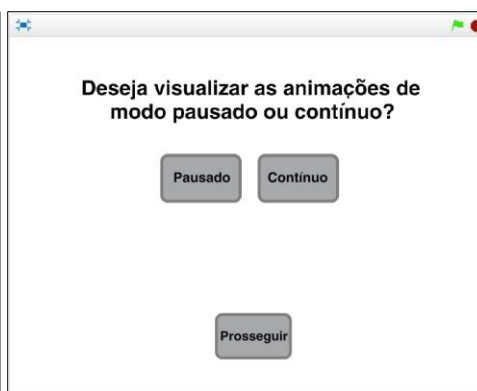


Figura 2 – Tela de escolha de configuração

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

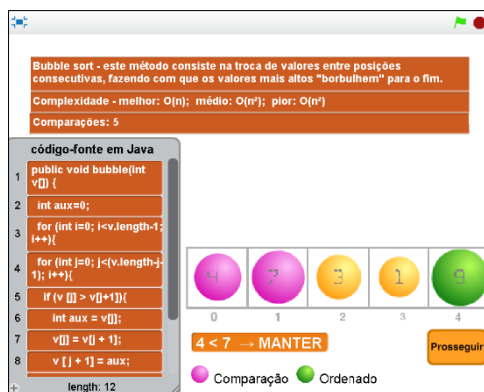


Figura 3 – Animação gráfica do método Bubble Sort

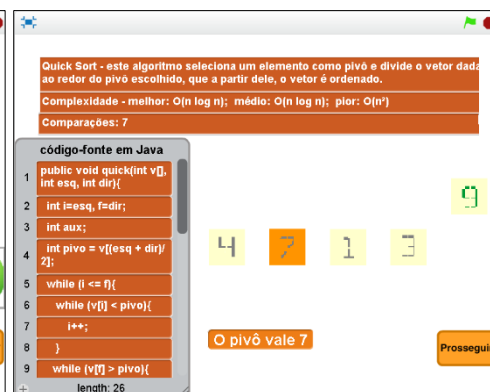


Figura 4 – Animação gráfica do método Quick Sort

O usuário é então direcionado para a tela de execução do método escolhido. As figuras 3 e 4 representam essa tela, especificamente, dos métodos *Bubble Sort* e *Quick Sort*, respectivamente. 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, ativado caso o usuário tiver selecionado a opção “pausado” na tela anterior.

Nas figuras 3 e 4 se faz possível perceber a característica mencionada anteriormente de que as animações são personalizadas de acordo com as particularidades de cada método. Enquanto no *Bubble Sort*, os elementos são destacados com cores e tamanhos diferentes a fim de tornar mais evidentes as comparações, no *Quick Sort*, são representados os ponteiros e as partições, e o valor do pivô no início.

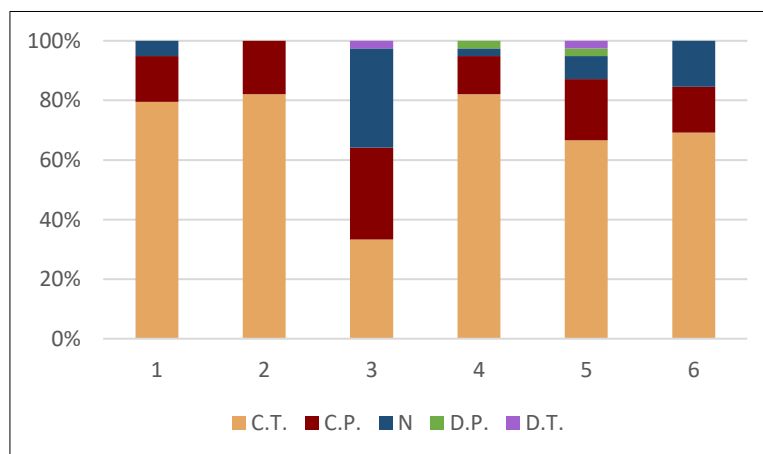
Ao fim da execução, ou a qualquer momento da utilização da ferramenta, o usuário pode voltar à tela inicial clicando no botão vermelho (localizado no canto superior direito) para encerrar o processo e em seguida, clicando no botão verde em forma de bandeira (ao seu lado) para reiniciar a aplicação.

## 7. Avaliação da ferramenta

Para a avaliação da ferramenta, foi ensinado o conteúdo de ordenação de dados utilizando a ferramenta Kloss para a turma do 2º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, que já havia sido ensinada sobre o conteúdo anteriormente por meio de aula expositiva com aplicação de atividade. Após a aula utilizando a metodologia alternativa, os 39 alunos responderam a 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, realizar o ensino do conteúdo de ordenação de dados com a ferramenta assim como com a metodologia tradicional a fim de avaliar os resultados da utilização da ferramenta no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo, verificando assim, se o estímulo positivo representado é refletido no resultado das avaliações. Além disso, planeja-se argumentar sobre a interferência do ambiente de desenvolvimento *Scratch* no desenvolvimento e na utilização da ferramenta.

## Referências

- 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.
- 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.
- MALONEY, J. et al. The scratch programming language and environment. **ACM Transactions on Computing Education**, 10, n. 4, 2010. 15.
- 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.
- 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.
- SOARES, T. C. A. P. . C. E. S. . S. Í. G. A. . T. F. Uma Proposta Metodológica para o Aprendizado de Algoritmos em Grafos Via Animação Não-Intrusiva de Algoritmos. **WEIMIG**, 2004.