

## Análise das Trajetórias de Aprendizagem em Ambientes Virtuais de Aprendizagem por meio da Visualização da Informação

*Analysis of Learning Paths in Virtual Learning Environments through Information Visualization*

Franco Bernardo Simbine, Jose Valdni de Lima,

Marco A. Rodrigues Torres, Sebastião J. S. Chiguv

---

Visualização da informação; Trajetórias de aprendizagem, ambientes virtuais de aprendizagem

Este artigo tem como objetivo descrever um modelo de Visualização das Interações do estudante através da sua Trajetória de Aprendizagem (TA) pelo monitoramento do tempo de duração da atividade de aprendizagem deste, nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Para a materialização do modelo foi feita a revisão de literatura e desenvolveu-se um gráfico, usado para visualizar a TA. O estudo realizado com estudantes do curso de Design na Universidade Pedagógica em Moçambique, onde desenvolveu-se uma atividade de aprendizagem no Sistema de Visualização Interativa de Trajetórias de Aprendizagem (SVITA). E obteve-se como resultado do estudo um gráfico que ilustra o tempo e ordem de acesso dos conteúdos pelos estudantes

*information visualization; Learning Paths, Virtual Learning Environments*

*This article aims to describe a model of Visualization of Student Interactions through their learning trajectory (TA) by monitoring the duration of learning activity, of this, in the Virtual Learning Environment (AVAs). For the materialization of the model the literature review was done and a graphic was developed, used to visualize a study carried out with students of the course of Design at the Pedagogical University in Mozambique. In this context, a learning activity was carried out in the Interactive Visualization System of Learning Paths (SVITA). Where it resulted in a graph that shows the time and order of access of the contents by the students.*

## 1 Introdução

Hoje em dia é imprescindível o uso Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), a materialização dos processos de ensino e aprendizagem no Ensino a Distância (EaD). Segundo Romero (2009) estes ambientes facilitam aos educadores a distribuírem informações, produzirem conteúdos, prepararem trabalhos e testes, armazenarem arquivos, participarem de discussões, aulas à distância, etc. Nesse processo, os AVAs captam e acumulam uma vasta quantidade de informações necessárias para a análise do comportamento do estudante (MOSTOW e BECK, 2006). Assim sendo, a análise dessa informação pode ajudar na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem (PEAs).

Neste contexto, o difícil é gerenciar as informações geradas pelos estudantes nos AVAs, devido à vasta quantidade de dados que esses ambientes geram diariamente, sendo que, segundo Moissa et al. (2014) o ramo da visualização da informação é vista como solução para a realização deste objetivo. A Visualização de Informações segundo Freitas et al. (2001, p.144) é uma “área de aplicação de técnicas de computação gráfica, geralmente interativas, visando auxiliar o processo de análise e compreensão de conjunto de dados, através de representações gráficas manipuláveis”. Na educação, esta área é usada para facilitar a “interpretação das informações devido ao grande volume de dados e informações nas bases educacionais” (PERNOMIAN, 2008, p.2) constituídas por AVAs onde através de gráficos é possível visualizar o aproveitamento dos estudantes em um determinado tópico, disciplina ou curso ou ainda para visualizar as trajetórias de aprendizagem. Porém, na visualização dos dados educacionais existem alguns fatores importantes a considerar que são os indicadores quantitativos dos estudantes, tais como a média de notas e índices de aproveitamento. Estes indicadores aumentam com uso dos AVAs, que consideram indicadores como a interação com o ambiente, o tempo despendido, as interfaces acessadas, os conteúdos visitados entre outros, que se podem configurar como uma Trajetoria de Aprendizagem (TA). Neste trabalho, Trajetórias de Aprendizagem (TA) é definido segundo Canto (2016) como a sequência de trajetos, onde trajeto é a apropriação de competências através do processo de ensino-aprendizagem tendo como ponto de partida as competências ou conceitos previamente conhecidos.

Desse modo, este trabalho levanta como questão de pesquisa: como a visualização de trajetórias de aprendizagem (VTAs) pode ajudar no acompanhamento das atividades acadêmicas dos estudantes ao longo dos seus processos de ensino e aprendizagem? Onde foram desenvolvidas ações por forma a descrever um modelo de Visualização das Interações do estudante através da sua TA pelo monitoramento do tempo de duração da atividade de aprendizagem, deste, nos AVAs, dando continuidade ao estudo iniciado no trabalho do Simbine, de Lima e Torres (2016). Para a materialização do objetivo do estudo

foi feita a captação de dados da interação do estudante em ambiente de aprendizagem.

Para a concretização desta atividade foi usado o Sistema de Visualização Interativa de Trajetórias de Aprendizagem (SVITA). Este sistema contém um algoritmo de análise e captação de Logs enquanto os estudantes interagem com o sistema. Os dados captados nessa interação foram usados no processo de descoberta de novas informações sobre o desempenho pedagógico dos estudantes na aprendizagem bem como na visualização da sua TA.

## 2 Trabalhos correlatos

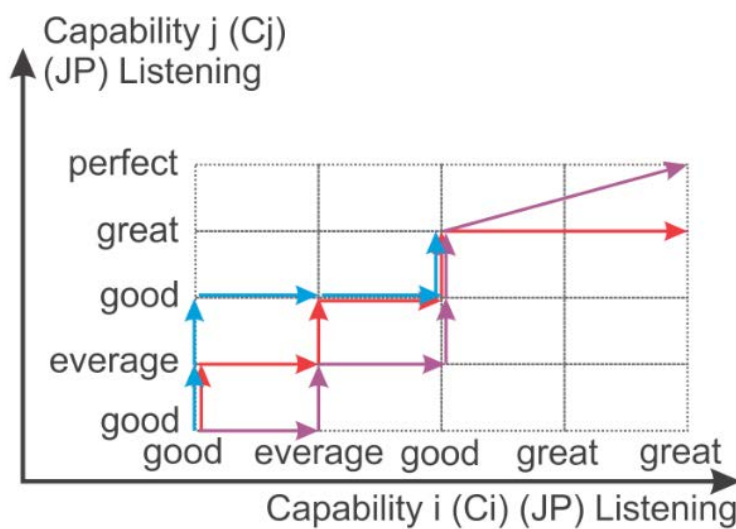
Com relação aos trabalhos relacionados escolhidos para este trabalho tem-se o AdaptWeb (Ambiente de Ensino e Aprendizagem Adaptativo na Web) que segundo Borba e Gasparini (2015) descrevem um estudo realizado em atividades da EaD baseado na *web* com o objetivo de adaptar o conteúdo e a interação do estudante segundo o seu perfil do usuário. Na sua materialização o AdaptWeb foi implementado com a ferramenta Web Analytics, na produção de relatórios de dados da interação dos usuários com o objetivo de entender e aperfeiçoar o uso dos *sites* e páginas de internet. Como resultado, o estudo propõe o acréscimo de algoritmos na ferramenta Web Analytics para a identificação os trajetos mais frequentes realizados pelos estudantes AdaptWeb, de forma a visualizar a informação sobre a navegação na AdaptWeb.

Moissa et al (2014) apresentam uma ferramenta de visualização da informação para analisar o comportamento do estudante no Adaptweb. Este trabalho explora o conceito de visualização de TA como um elemento a ser incorporado no AdaptWeb. A ferramenta visa dar ao professor um meio para compreender o comportamento de seus estudantes frente ao ambiente *e-learning*. Como resultado foi apresentada a ferramenta, *web analytics*, que se apoia em métricas para a visualização das atividades realizadas pelo estudante.

Já Minovic et al. (2015) propõem uma ferramenta para a visualização de um modelo de aprendizagem do estudante durante a sessão de um jogo digital, tendo como base o monitoramento dos estudantes em um jogo educativo. O trabalho tinha como objetivo ajudar no rastreamento em tempo real das atividades dos estudantes enquanto estes aprendem e permitir que o professor reaja de maneira a influenciar o processo de aprendizagem quando necessário. Contudo, os autores introduziram a ferramenta analítica de forma a permitir aos educadores um melhor envolvimento dos estudantes na aprendizagem e com isso foi possível dar suporte ao educador para influenciar ativamente nas atividades do jogo como forma de melhorar os resultados de aprendizagem dos estudantes.

O trabalho de Kaewkiriya et al. (2013) procurou encontrar padrões do desenvolvimento na aprendizagem do estudante, usando um

método de mineração e ilustração das TAs do estudante ao longo da sua aprendizagem. Ele faz uma análise do algoritmo para mineração de dados baseada em *Interpretive Structural Modeling* (ISM, ou Modelagem Estrutural Interpretativa) que segundo Attri1, Dev e Sharma (2013) é definida como um processo destinado a ajudar o ser humano a entender melhor no que ele acredita e reconhecer claramente o que ele não sabe. Este modelo foi apresentado, por Warfield em 1974. Este módulo é composto por um algoritmo de suporte para a determinação da ordem e define a relação entre elementos de um sistema. Como resultado, Kaewkiriya et al. (2013) apresentaram um método para encontrar padrões de crescimento do estudante baseando em mineração de trajetória única e a sua possível visualização usando gráficos de duas dimensões, conforme a figura 1.



**Figura 1** Visualização de Padrões de Crescimento de Estudante (Fonte: Kaewkiriya et al, 2013).

Por fim tem-se o trabalho de Simbine, de Lima e Torres (2016) que apresenta um modelo gráfico de visualização de TAs usando algumas métricas (métricas de uso geral e métricas ligadas ao ambiente de aula) que melhor são descritas na seção de metodologia. Estas métricas foram usadas dentro de um ambiente (SVITA) com objetivo de maximizar a captação dos logs de acesso ao conteúdo de aprendizagem. Como resultado este trabalho apresenta um modelo gráfico, mas simplificado para a materialização da visualização da TAs

### 3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho levou-se em conta o modelo gráfico para a visualização das TAs descrito por Simbine, de Lima e Torres (2016), onde empregou as técnicas de visualização da informação e somadas ao estudo das marcas visuais descritas

por Nascimento e Ferreira (2011), juntamente com os passos para o desenvolvimento do estudo de caso.

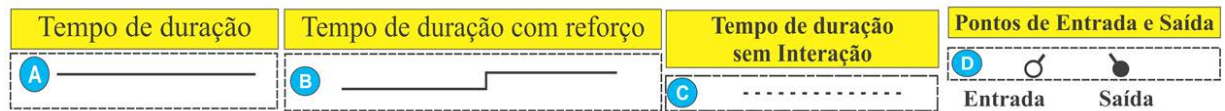
Primeiro foi observado a proposta do Simbine, de Lima e Torres (2016) onde foram selecionadas três técnicas das quais permitem que os usuários: (i) obtenham compreensões das ideias que suportam diretamente a avaliação, planejamento e tomada de decisão das suas atividades (ii) tenham representações visuais e técnicas que permitem a interação e daí aproveitem-se da ampla capacidade visual humana, o que pode permitir que usuários vejam, explorem e compreendam grandes quantidades de informação, (iii) possuam técnicas (apoiados em gráficos) de apoio à produção da informação, apresentação e divulgação dos resultados de uma análise visual para comunicarem a informação no contexto apropriado.

Em segundo lugar fez-se uma conjugação das técnicas descritas a cima com a proposta do conceito das marcas visuais que segundo Nascimento e Ferreira (2011) são símbolos gráficos utilizados para representar os itens de dados. Por meio desse conceito foram elaborados símbolos gráficos usados no modelo de ilustração das TAs, usado na proposta do descrita na seção 4. Para tal, propõe-se o uso do modelo de gráfico de duas dimensões (2D) como meio de visualizar o tempo de interação e a ordem de acesso dos estudantes nos AVAs. Estas informações serem usadas de forma que o usuário ao interagir com dispositivos digitais ou sistemas por meio de interfaces gráficas lhe seja facultado as análises das suas ações no processo de ensino e aprendizagem.

O terceiro passo consistiu no desenvolvimento de uma atividade letiva (estudo de caso) onde usou-se o SVITA, este sistema era constituído por quatro objetos de aprendizagem (OAs). Os OAs foram desenvolvidos no eXelearning e transformados em páginas web, e introduzido no seu código fonte um algoritmo para a captura de logs, onde através deste foram captados dados e organizados em forma de tabela para depois serem ilustrando em gráficos. (Vide o estudo de caso).

#### **4 Modelo de Visualização**

Nesta seção é descrito o modelo usado na ferramenta de Visualização das TAs (SVITA) de forma a permitir a análise do comportamento dos estudantes em um AVA. Neste contexto, para uma visualização das TAs faz-se necessário o uso de um modelo visual bidimensional na base das marcas visuais segundo Nascimento e Ferreira (2011) (Figura 2), onde os conceitos são representados por pontos (nodos) preenchidos ou vazios (Figura 2D), as arestas representam o tempo de duração associados a um objeto de aprendizagem (OA) acessado pelo estudante na construção de conhecimento.



**Figura 2** Marcas visuais (Fonte: Adaptado Simbine, de Lima e Torres, 2016)

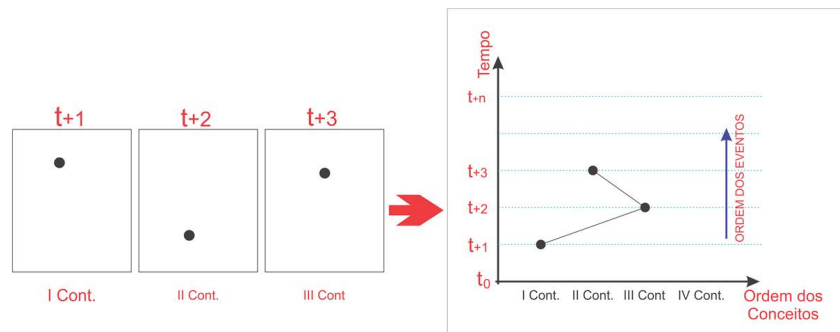
Estas marcas visuais fazem parte do gráfico onde são apresentadas por meio de elementos visuais determinadas ações predefinidas, como ilustrados na figura acima. Para uma melhor compreensão os gráficos são descodificados usando as marcas visuais descritas a baixo.

*Tempo de duração* que é apresentado em forma de linha contínua refere-se ao tempo que o estudante leva a interagir com OA ao longo da sua atividade letiva (Figura 2A). Quando a atividade é feita recorrendo a outros objetos fora dos disponibilizados é chamado de *tempo de duração com reforço*. Este caso é representado por uma reta quebrada (Figura 2B). O *Tempo de duração sem interação* refere-se ao tempo que o estudante leva para mudar de OA ao longo da sua atividade letiva sem a necessidade de sair do sistema (Figura 2C). *Ponto de entrada* representado no gráfico como uma bola vazia, refere-se ao início da atividade de aprendizagem com o AO e este ponto quando representado no gráfico como um círculo preenchido (*ponto de saída*) refere-se ao fim do evento. (Figura 2D).

Criados os elementos de visualização e associados aos OA foram adotadas duas categorias de métricas para facilitar a leitura das imagens por parte do professor e estudante. As duas métricas propostas são descritas por Borba e Gasparini (2015) e são:

- métricas de uso geral que não estão relacionadas às três seções principais, exemplo: total de visitas por estudante, tempo médio de acesso dos estudantes, tempo médio de acesso do estudante a cada conceito, frequência de acesso, total de acessos a cada seção;
- métricas ligadas ao ambiente de aula que estão relacionadas ao ambiente de aula, exemplo: modo de navegação e de acesso a cada conteúdo, total de acessos aos conceitos, total de acessos aos exercícios, total de acessos aos exemplos e total de acessos aos materiais complementares.

As métricas descritas foram usadas no sistema para a captação dos dados e posterior representação de cada estudante conforme ilustra a figura 3. Os estudantes passam a possuir um elemento de visualização que é representado por uma cor e associado a pontos de entrada e saída. Neste contexto, os pontos de entrada e saída são associados ao tempo de acesso a cada conteúdo visitado. Com associação dos elementos e definido o modelo gráfico usando as técnicas de visualização da informação (Figura 3).



**Figura 3** Elementos de Representação Visual (Fonte: Adaptado de Kapler e Wright, 2005)

A figura 3 representa os elementos visuais que fazem parte do gráfico espaço-temporal, como forma de ilustrar os eventos que ocorrem ao longo da interação dos estudantes nos AVAs. Portanto, os eventos representados no gráfico são ilustrados num gráfico de duas dimensões (X e Y) onde as X esta associando a tempo de duração e Y ordem dos conceitos (Figura 2). Os símbolos I Cont, II Cont, III Cont e IV Cont representam os conteúdos que os estudantes acessam no sistema e os símbolos  $t_n-t_{n-1}$  representam o tempo de duração de cada interação.

Contudo, pensa-se que com essa forma de visualização dos gráficos que ilustram as TA, passam a visualizar os padrões de interações dos estudantes de forma que o professor possa compreender como estes interagem nos AVAs, identificado desta forma, a sequência de acessos ao ambiente e o tempo de interação nos conteúdos.

## 5 Proposta de Técnicas de Visualização de Trajetórias de Aprendizagem

A proposta aqui descrita apresenta de forma visual a informação da interação do usuário que é um problema visto no AVA neste caso o SVITA. Esta plataforma é cada vez mais interligada e traz a facilidade de produção de um grande número de dados, através do acesso a múltiplas formas de interação que o estudante tem nela. Esta informação sofre cada vez mais mutações e no campo da visualização vem como um elemento para solucionar esse problema.

A metodologia para a análise visual de TAs deve abranger: “a obtenção, processamento, integração e disseminação da informação de forma a produzir compreensões profundas e a tomada de decisões efetivas e, com análise visual”. (Valiati, 2008, p.32). Neste contexto, esta informação pode ser apresentada em forma de uma tabela ou mesmo em um gráfico o que à primeira vista poderá parecer suficiente.

A visualização de informação é um campo emergente de pesquisa que se preocupa com a construção de representações visuais de dados abstratos de forma a facilitar o seu entendimento e/ou ajudar na descoberta de novas informações contidas nos mesmos (Nascimento e Ferreira, 2011). Esta área, para os mesmos autores, apresenta-

secomo um campo de estudo de grande utilidade, uma vez que agrega técnicas que facilitam o entendimento de informações a partir de representações visuais de dados.

O modelo proposto permite visualizar o número de acessos, tempo de duração e ordem de execução dos eventos (logs) num processo de aprendizagem no SVITA. Como forma da sua materialização o modelo será gerado de forma automática no *final de toda a interação* do estudante com o sistema (SVITA). Neste caso entende se como final de toda interação o tempo que o estudante, irá levar a usar o sistema, isto é, o momento do seu acesso até ao fecho da atividade. Com essa ferramenta será possível que o usuário, professor ou estudante, visualizar em forma cronológica os eventos de uma forma simples e eficaz.

Para uso dessa ferramenta de visualização de TAs, alguns parâmetros foram criados. Nesse contexto, Simbine, de Lima e Torres (2016), propõem dois parâmetros que são: (i) tempo de interação na realização de tarefas com cada conteúdo existente no AVA; e (ii) a ordem de acesso dos conteúdos em forma de OA existentes no AVA. Estes paramentos são associados a elementos gráficos para a visualização das trajetórias, que são: o tempo e a ordem dos eventos (Figura 4).

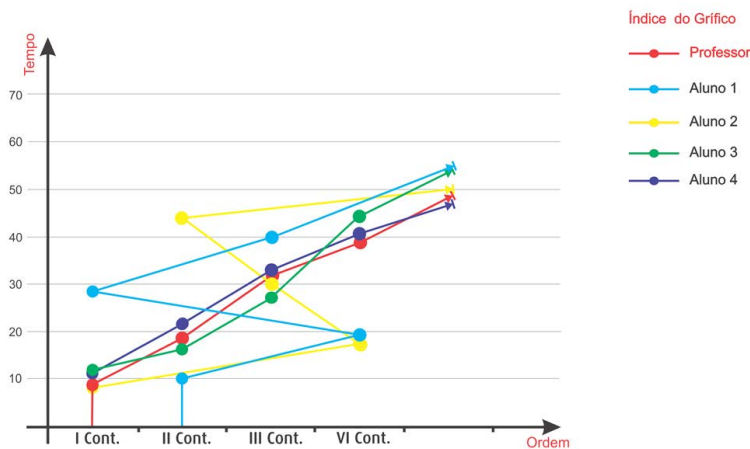


Figura 4 Modelo Gráfico (Fonte: Elaborado Pelo Autor)

Nesta representação, a atividade de cada estudante está revestida de tempo ao longo da trilha (linha) de tempo, que está localizado onde o evento ocorre dentro do plano espacial. A linha do tempo projetada no plano é associada ao conceito (I Cont, II Cont, IIICont. e IV Cont) de forma a tornar possível a percepção de onde e quando a atividade vai ser ou foi executada dentro do espaço conceitual.

Na análise da ordem dos eventos, o observador deverá ter como base o tempo de acesso do sistema e posteriormente fazer a análise do tempo de interação do estudante com cada conceito, neste caso OA. Nesta análise será possível notar a ordem que o estudante seguiu para



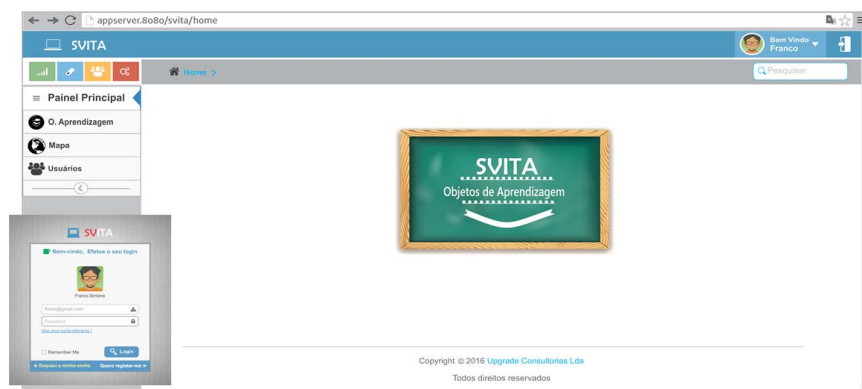
a interação com os OA, pela visualização contínua do tempo ou dia de acesso, dentro de uma determinada atividade letiva num AVA.

No entanto, é por meio da utilização do AVA que a ferramenta capta por meio de logs os dados para a sua possível visualização. Com imagem gerada (gráfico) o professor poderá verificar a trajetória realizada pelo estudante. E com essa verificação ajustar, segundo Simbine, de Lima e Torres (2016) caso necessário, os parâmetros de acordo com as necessidades do estudante e/ou combiná-los de forma a produzir uma trajetória de aprendizagem que vá de acordo com os objetivos traçados para a aprendizagem.

## 6 Estudo de caso

Este experimento teve como foco a visualização das trajetórias de aprendizagem, guiada (planificada) ou aberta, identificadas através do caminho traçado na aprendizagem e do tempo de duração das interações dos estudantes com os conteúdos existentes num AVA e a construção de um gráfico com duas dimensões.

Neste contexto, os dados usados no modelo de visualização foram captados no SVITA- Sistema de Visualização de Trajetórias de Aprendizagem (Vide a figura 5) usado no experimento. Os dados resultam de uma atividade letiva desenvolvida no segundo semestre de 2016 no curso de Licenciatura em Design e Tecnologias Das Artes Visuais da Universidade Pedagógica em Moçambique e evoluiu um total de 10 estudantes, divididos em dois grupos de 5 para cada tipo trajetória de aprendizagem.



**Figura 5** Sistema de Visualização de Trajetória de Aprendizagem (Fonte: Elaborado Pelo Autor)

As atividades decorreram em uma semana, tendo se feito um encontro de 90 minutos, no laboratório de Design (sala composta de computadores para as aulas de Ilustração Digital).

É de salientar que o estudo não procurou analisar o conteúdo dos objetos de aprendizagem usados no sistema (Vide figura 5) e nem como o estudante interagiu com os mesmos, mas sim tempo que durou a interação e qual foi a ordem de acesso dentro do SVITA. A tabela

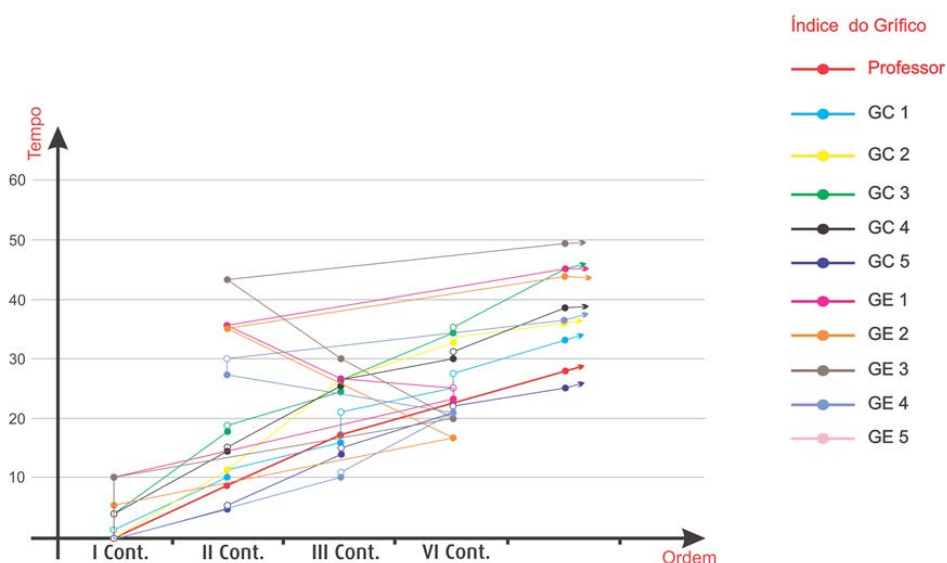
a seguir ilustra uma organização dos dados do tempo de duração da interação capitados no sistema dando ênfase ao tempo de acesso dos conteúdos de 10 estudantes que participaram do experimento.

	I. Conteúdo		II. Conteúdo		III. Conteúdo		IV. Conteúdo	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
GE1	10h10min	10h22min	10h36min	10h45min	10h27min	10h36min	10h24min	10h27min
GE2	10h06min	10h17min	10h35min	10h44min			10h17min	10h35min
GC1	10h01min	10h10min	10h11min	10h16min	10h21min	10h25min	10h28min	10h33min
GC2	10h00min	10h11min	10h11min	10h27min	10h27min	10h33min	10h34min	10h36min
GE3	10h10min	10h20min	10h30min	10h44min	10h44min	10h48min	10h20min	10h30min
GC3	10h04min	10h18min	10h19min	10h25min	10h27min	10h35min	10h36min	10h46min
GE4	10h05min	10h15min	10h16min	10h26min	10h27min	10h30min	10h31min	10h39min
GE5	09h59min	10h10min	10h30min	10h36min	10h11min	10h21min	10h21min	10h28min
GC4	09h57min	10h05min	10h06min	10h14min	10h15min	10h21min	10h22min	10h36min
GC5	00	00	00	00	00	00	00	00

**Table 1** Tempo de Interação nos OAs (Fonte: Elaborado Pelo Autor)

A tabela acima mostra um grupo de estudantes que participou em uma aula que teve início às 10h e término às 11h30 e o tempo foi captado em minutos. A tabela está organizada em cores, onde cada uma representa a um grupo de estudantes sendo que a cor amarela se refere ao grupo que interagiu com o sistema usando as trajetórias guiadas e a cor azul representa os estudantes que interagiram com as trajetórias abertas.

Com estes dados foi gerado um gráfico da interação dos estudantes no AVAs. Para melhor visualização os estudantes são representados por cores, conforme ilustra o gráfico a seguir.



**Figura 6** Trajetórias de aprendizagem interação com o SVITA

O gráfico acima ilustra as TAs de uma total de 10 estudantes. O gráfico revela que todos os estudantes iniciaram a sua interação pelo primeiro conteúdo, mas quatro dos estudantes seguiram suas próprias trajetórias criando desse modo outro padrão de interação (vide o gráfico 1). Esta ilustração mostra de forma lógica o tempo de interação dos estudantes no AVA, os trajetos que estudantes fizeram ao longo da atividade e qual grupo de estudantes levou mais tempo para terminar a atividade.

Com o resultado ilustrado no gráfico, o professor pode redefinir os planos de trabalho, plano de aula, o tempo que o estudante leva a terminar uma determinada atividade, de forma a adequar os conteúdos às necessidades da turma.

Com os resultados do tempo de interação na ilustrados na tabela 1 e no gráfico, verifica-se haver um equilíbrio nos dois grupos de trabalho no que diz respeito ao tempo de interação havendo um ligeiro aumento de tempo dos estudantes que interagiram com as TAs abertas. Com estes dados dão a possibilidade de visualizar o percurso de cada estudante e através dessa visualizar e compreender segundo o seu percurso e o tipo de AO acessado.

Desta forma, segundo Moissa et al. (2014), o professor poderá visualizar o percurso de cada estudante, e por quais tópicos e categorias (conceito, exemplo, exercício e material complementar) o estudante navega analisado se o estudante explora a disciplina de uma maneira mais sequencial/linear (trajetórias de aprendizagem guiada), ou assiste a disciplina de forma exploratória (trajetórias de aprendizagem aberta). Esta forma de estar segundo o mesmo autor pode ajudar o professor a comparar os diferentes caminhos percorridos por cada estudante em uma mesma disciplina, observar a quantidade de estudantes que necessitou de auxílio ou utilizou mecanismos de navegação como suporte ao entendimento da disciplina, etc.

O resultado obtido é considerado encorajador para a continuidade da pesquisa, sendo necessário para tal aumentar o tamanho da amostra, o tempo de pesquisa com os estudantes e mais visualizações como forma de verificar mais padrões de interação.

## **7 Considerações finais.**

Com este experimento, pretendeu-se ilustrar em forma de gráfico a atividade de aprendizagem usando as trajetórias guiadas e abertas, tendo como base o tempo de interação em AVA (SVITA). O experimento proporcionou o desenvolvimento do modelo, coleta, visualização e análise de dados em forma de gráficos segundo as características da interação dos estudantes nos AVAs.

Para a visualização realizada, foi monitorado o tempo, tendo como base a ordem de interação dos estudantes dentro de uma atividade de ensino e aprendizagem. Com os dados captados, tempo, notou-se que todos os grupos tendem a iniciar as atividades (interação) com o

primeiro conteúdo e depois seguir para os restantes havendo alguns que não seguem o planejado para a aula. Este resultado ilustra que as duas formas de interação, guiada e aberta, podem proporcionar ao professor uma análise da sequência da interação dos estudantes o que colabora para uma boa planificação das futuras atividades pedagógica como um todo.

Os resultados da coleta do tempo ajudam a compor o gráfico e verificar a ordem de acesso da interação dos estudantes com os conteúdos existentes no ambiente em uma atividade letiva, o que pode ser usado para a melhoria da organização das matérias educacionais dentro de um processo de ensino e aprendizagem.

Neste contexto, é importante salientar que o experimento é de caráter inicial e os seus resultados são considerados satisfatórios e motivadores para este estudo, o que abre espaço para mais pesquisas referentes ao monitoramento e visualização das atividades letivas em formas de gráficos que ilustrem as trajetórias de aprendizagem.

## Agradecimento

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte prestado no desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

- ATTRI, Rajesh; DEV, Nikhil; SHARMA, Vivek. 2013. Interpretive Structural Modelling (ISM) approach: An Overview. *Research Journal of Management Sciences*, vol. 2(2), p. 3-8, February
- BORBA, Eduardo José de; GASPARINI, Isabela. 2015. O Uso da Trajetória de Aprendizagem do Estudante em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *Renote*. Porto Alegre V. 13 N<sup>o</sup> 1, julho.
- DO CANTO, Alberto. 2016. Trajetórias De Aprendizagem. In: José Valdeni de Lima & Colaboradores. *Trajetórias de Aprendizagem: Teoria e Prática*. Creatspace. ISBN-13: 9781536999273
- FREITAS, Carlas Maria Dal Saso. Et al. 2017. Introdução à Visualização de Informações. *RITA*. Vol. VIII. Nr 2. 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/19398/00210.pdf>>. Acesso em: 22 Mar.
- KAEWKIRIYA, Thongchai. 2016 Students Capability Growth Trajectory Mining. *The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, 2013. Disponível em: <<https://kaigi.org/jsai/webprogram/2013/pdf/986.pdf>>. Acesso em: 12 mai.
- KAPLER, Thomas; WRIGHT, William. 2004. GeoTime information visualization. *Information Visualization*, 2004. INFOVIS 2004. IEEE Symposium on, Austin, TX, 2004, p. 25-32. doi: 10.1109/INFVIS..27.

- MINOVIC, Miroslav et al. 2014. Visualization of student learning model in serious games. In: *Computers in Human Behavior*, 47 (2015) 98–107. 0747-5632/, Elsevier Ltd.
- MOISSA, Barbara. Et al.2014. Uma ferramenta de Visualização da Informação para analisar o comportamento do estudante em um ambiente e-learning e sua trajetória de aprendizagem. *Revista Brasileira de Design da Informação / Brazilian Journal of Information Design São Paulo* | v. 11 | n. 3, p. 337 – 351.
- MOSTOW, Jack. BECK, Joseph. 2006. Some useful tactics to modify, map and mine data from intelligent tutors. *Natural Language Engineering Cambridge University Press* 12: 195–208.
- NASCIMENTO, H. A. do; FERREIRA, C. B. R.. 2011. Uma introdução à visualização de informações- Visualidades, Goiânia v.9 n.2 p. 13-43, jul-dez
- PERNOMIAN, Viviane Araujo. (2008). *Visualização exploratória de Dados do Desempenho na Aprendizagem em um Ambiente Adaptável*. 2010. 124f. Tese (Doutorando em Engenharia Elétrica). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade De São Paulo.
- ROMERO, C. et al. 2009. Evolutionary algorithms for subgroup discovery in e-learning:A practical application using Moodle data. *Expert Systems with Applications* 36, Elsevier Cience. p. 1632–1644.
- SIMBINE, Franco B., LIMA, José Valdeni de .2011. Torres, Marco A. Rodrigues. *Visualização Interativa das Trajetórias de Aprendizagem*. In: XXIV Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação. Anais... Porto Alegre. Setembro.
- VALIATI, E. R. De Almeida. 2008. *Avaliação de Usabilidade de Técnicas de Visualização de Informação Multidimensionais*. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) Universidade Federal do Rio Grande de Sul. Instituto de Informática. Porto Alegre.

## **Sobre os autores**

### **Franco Bernardo Simbine<sup>362</sup>**

fbsimbine@gmail.com

Universidade Pedagógica (UP)

Escola Superior Técnica (ESTEC)

Programa de Pós-Graduação em Design e Multimídia

### **Jose Valdni de Lima**

valdeni@inf.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio grande do Sul

Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED)

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE)

### **Marco Antonio Rodrigues Torres**

mtorres@hcpa.edu.br

Universidade Federal do Rio grande do Sul

Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas

### **Sebastião Jose Sarmiento Chiguvo**

sarmsg03@gmail.com

Universidade Pedagógica

Escola Superior Técnica

Programa de Graduação (Licenciatura) em Educação Visual

Artigo recebido em 21/08/2018

Artigo aceito em 24/10/2018