

Uso de uma ferramenta computacional para construção visual de Trajetórias de Aprendizagem

Igor Kühn², Leandro Krug Wives^{1,2}, Arthur Kassick Ferreira¹

¹Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brazil

²Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre – RS – Brazil

kuhnigor@gmail.com, {leandro.wives, akferreira}@inf.ufrgs.br

Abstract: *This study aimed to look for possibilities of visual representations of Learning Trajectories (LTs) with the use of graphs, understanding that such representations can serve as subsidies for the improvement of students' performance in Virtual Teaching and Learning Environments (VTLEs). The information generated can be used by teachers and tutors to modify the order and type of educational resources available. For the construction of the trajectories was used the computational tool Neo4j, and from it the generation of visual representations having as main element directed graphs. Different conceptualizations were presented as well as different types of LTs, according to their purpose.*

Resumo: *Esse estudo teve como objetivo buscar possibilidades de representações visuais de Trajetórias de Aprendizagem (TAs) com o uso de grafos, entendendo que tais representações possam servir como subsídios para a melhora do desempenho dos alunos em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEAs). As informações geradas podem ser utilizadas por professores e tutores visando a modificação da ordem e do tipo de recursos educacionais disponibilizados. Para a construção das trajetórias foi utilizada a ferramenta computacional Neo4j, e a partir dela a geração de representações visuais tendo como elemento principal grafos direcionados. Foram apresentadas diferentes conceituações bem como diferentes tipos de TAs, de acordo com a sua finalidade*

1. Introdução

O uso de representações gráficas para exibição de Trajetórias de Aprendizagem (TAs) ao mesmo tempo que se apresenta como uma solução para a dificuldades de construção de representações dos caminhos percorridos pelos alunos em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEAs), também apresenta desafios em relação a como constituir tais representações. As soluções para tais representações utilizam diferentes tecnologias para propor formas de visualização das trajetórias, seja por meio do uso de grafos, formas geométricas específicas ou ideias provenientes da modelagem em computação. No presente trabalho são utilizados grafos gerados por meio da ferramenta Neo4j para que as TAs possam ser representadas de uma maneira em que possam ser a melhor compreendidas.

Na literatura encontra-se diferentes termos para definir o percurso de aprendizagem ou caminho de aprendizagem. Alguns exemplos são: *knowledge tracing*, *learning paths*, *study path*, *learning route*, *learning itineraries*, *learning journey*, trilhas de aprendizagem, progressões de aprendizagem e trajetórias de aprendizagem.

As Trajetórias de Aprendizagem (TAs), recebem diferentes definições, segundo Canto et al., (2014a) a expressão TA é uma metáfora que considera o objeto de aprendizagem similar a um caminho que conecta conceitos: o ponto de partida é um conjunto de conceitos e proposições presumidamente conhecidos pelo estudante e o ponto de chegada é o conjunto de conceitos e proposições relacionados aos objetivos educacionais. (Figura 1)

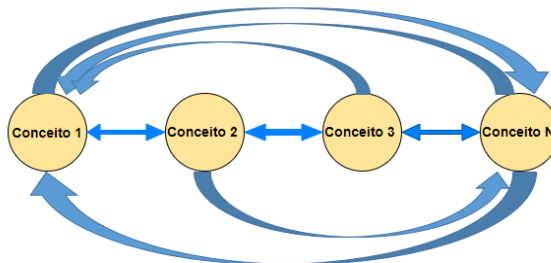


Figura 1: Relações entre Conceitos. Fonte: Elaborado pelo autor

2. Tipos de Trajetórias de Aprendizagem

As TAs ainda podem se diferenciar quanto a sua finalidade, a seguir são apresentados alguns modelos encontrados na literatura.

Trajetoária Hipotética - é o caminho previsto pelo professor, em tempo planejamento pedagógico, que assume o caráter de uma tomada de decisão, baseada em conjecturas apoiadas na expertise docente. Ainda, segundo Simon (1995), uma trajetória hipotética de aprendizagem é uma construção de ensino - algo que professores pressupõem como uma forma de dar sentido para onde

os alunos e professor podem ir. É hipotética porque uma trajetória de aprendizagem real não é conhecida com antecedência.

Trajatória de Aprendizagem Conceitual - é um processo de aprendizagem que ocorre através do estabelecimento progressivo de relacionamentos entre conceitos previamente conhecidos e novos conceitos ou proposições. (Argôlo,2016)

Trajatória Emergente- é a trajetória que o aluno o estudante realiza. (Simbine,2017) ¹

Trajatória Situacional - refere-se à trajetória efetivamente realizada. (Saint-Georges e Filliettaz ,2008) ¹

Trajatória de Aprendizagem Planejada (ou Trajetória Pedagógica) - é um conjunto de atividades planejadas com o intuito de alcançar um determinado objetivo educacional. (Canto et al., 2014a)

Trajatória de Aprendizagem Realizada - é o conjunto de atividades realizadas por um indivíduo com a finalidade de alcançar um determinado objetivo educacional. (Canto et al., 2014a)

Trajórias Conceituais de Aprendizagem - são o resultado de um processo de agregação pedagogicamente orientada de conceitos elementares. (Argôlo,2016)

Trajórias Conceituais de Aprendizagem Intencionais - podem ser entendidas como projeções de pontos de vista do responsável pedagógico sobre o processo de ensino que deverá se desenrolar através de uma trajetória de aprendizagem intencional. (Argôlo,2016)

Trajatória Conceitual de Aprendizagem Referencial - é a projeção de pontos de vista docente na construção de trajetórias conceituais de aprendizagem. Implica na concepção de uma trajetória de aprendizagem a partir da qual as atividades discentes tomarão lugar. Pode ser vista uma agregação de conceitos e situações estrategicamente elaboradas que proporcionam um Espaço Conceitual Sistêmico. (Argôlo,2016)

3. Representações Visuais

O processo de construção visual das trajetórias e suas interações têm por objetivo a melhor compreensão dos fenômenos que ocorrem em AVEAs no âmbito do ensino e aprendizado podendo contribuir para o processo analítico. De acordo com Kirner et al. (2004), visualização refere-se ao processo de transformar dados, informação e conhecimento em uma forma de apresentação visual, passível de ser interpretada com facilidade pelas pessoas.

Segundo Simbine (2017), visualização é o processo de mapear informações e dados em uma forma compacta de apresentação visual (imagética ou gráfica) permitindo uma captação mais eficiente das informações e dados apresentados.

A área de pesquisa relativa à Visualização de Informações é um campo de trabalho emergente preocupada com a construção de representações visuais de dados abstratos. (Nascimento; Ferreira, 2005). Se por um lado o grande número de dados interacionais resultantes de plataformas como o Moodle pode ser uma fonte importante sobre o comportamento dos alunos em tais ambientes, o uso correto desses dados para gerar informações úteis não é algo trivial. O uso de imagens pode auxiliar quanto a obtenção dessas informações. Em relação a decisão do uso

¹ Os dois termos referem-se ao mesmo tipo de trajetória, o caminho que o aluno efetivamente percorre.

de imagens Branco (2003) afirma que “Esta é motivada não só pelo grande acúmulo de informações na atualidade, mas também pela complexidade intrínseca ao processo de se alcançar um mapeamento visual eficaz”.

Quanto a metodologia para estruturação visual de dados, Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) apresentam um modelo de referência para a visualização de informações conforme pode ser observado na Figura 2.

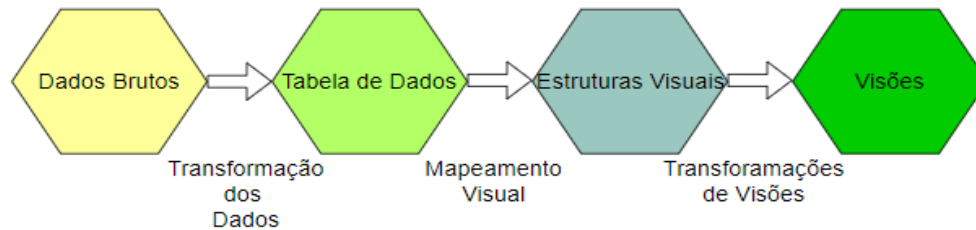


Figura 2: Estruturação Visual de Dados. Fonte: Adaptado de Card, Mackinlay e Shneiderman (1999)

Conforme Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) a estruturação visual de dados apresenta três etapas distintas:

1º) **Transformação dos Dados:** é caracterizado pela organização e processamento de um conjunto de dados brutos e sua transposição em forma de uma representação lógica mais estruturada. Essa etapa ainda compreende a filtragem e o grupamento dos dados relevantes, eliminando os dados redundantes, errados ou incompletos.

2º) **Mapeamento Visual:** caracteriza-se por construir e disponibilizar uma estrutura visual que pode representar visualmente por exemplo dados de uma tabela.

3º) **Transformações Visuais:** em que são criados mecanismos de interação que permitem ao usuário explorar diferentes cenários para melhor entender os dados visualizados.

Em relação a última etapa, no presente estudo não estará disponível em sua totalidade ao usuário final (professores, tutores, aluno) pois as TAs serão construídas por ferramentas computacionais e disponíveis somente para visualização e posterior análise sem permitir alteração das representações visuais.

Em seu estudo Moissa *et al.* (2014), ao tratar sobre formas de representação para TAs, afirmam que estruturas gráficas permitem uma visão macro da aprendizagem de cada estudante. Diversos trabalhos utilizaram representações gráficas para demonstrar os percursos possíveis em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEAs).

No trabalho de Ramos (2017), grafos² são utilizados para representar uma trilha de aprendizagem onde é possível verificar o caminho realizado pelo estudante com seus avanços e retornos. Os diferentes elementos (recursos, fóruns, tarefas e chats) da trilha são apresentados na forma de

² Um grafo é uma representação visual constituída de vértices e arestas onde é possível verificar as relações existentes entre os diferentes vértices por meio de suas conexões, as arestas.

nodos e o número de vezes que o aluno avançou e retrocedeu são representados pelas arestas (Figura 3).

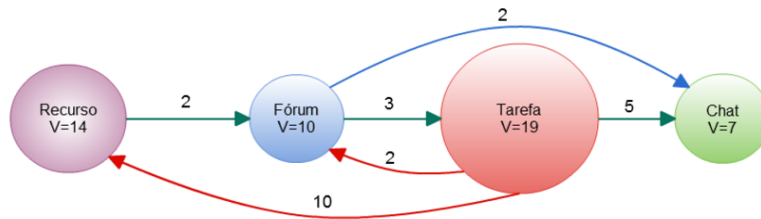


Figura 03: Representação de trajetórias de aprendizagem utilizando notação por grafos
Fonte: Ramos (2017)

No estudo de Argolo (2016) grafos direcionados foram utilizados para descrever trajetórias tendo como principais elementos os **núcleos conceituais (NC)** que segundo o autor é um espaço abstrato, no qual estão dispostos os recursos suficientes e necessários para que o estudante possa materializar as estruturas mentais de acordo com o planejamento pedagógico regente. Na Figura 4 é possível a visualização da relação dos NCs os recursos educacionais, bem como, com curso.

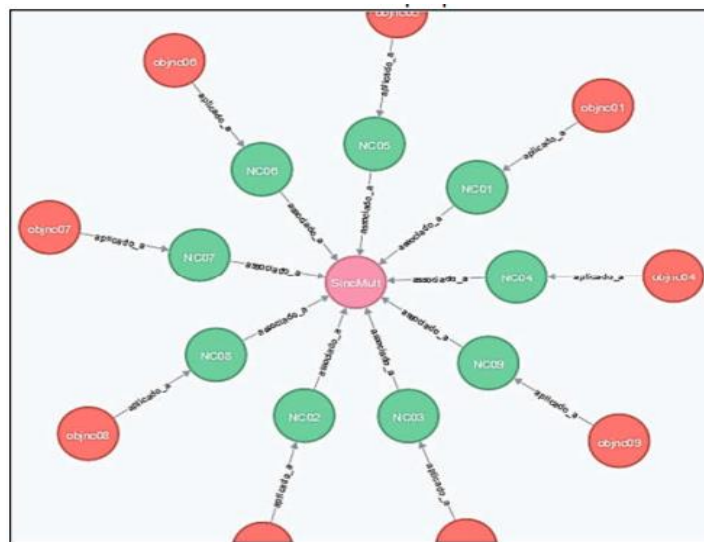


Figura 04: Núcleos conceituais. Fonte: Argolo (2016)

Para a construção da imagem acima foi utilizada a ferramenta computacional Neo4j, a mesma selecionada para o presente estudo. Na seção seguinte será mais bem descrita.

3. A ferramenta Neo4j

O Neo4j consiste em um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) orientados a Grafos, não relacional. Por ser orientada a grafos, possui grande capacidade de criar e exibir relações entre diferentes tipos de dados, muito maior que SGBD relacionais como o SQL, permitindo, de maneira mais direta e simples, de estabelecer complexas e numerosas relações entre diferentes itens.

A ferramenta oferece escalabilidade e suporte a transações com forte consistência para processamento distribuído e paralelo em rede de comunicação de dados. Essa característica é extremamente crucial para aplicações em que a relação entre dados é o aspecto mais importante, mais que os dados em si. A versão utilizada para esse estudo é gratuita e encontra-se disponível³. Na Figura 5 é possível a verificar a tela de acesso a ferramenta.

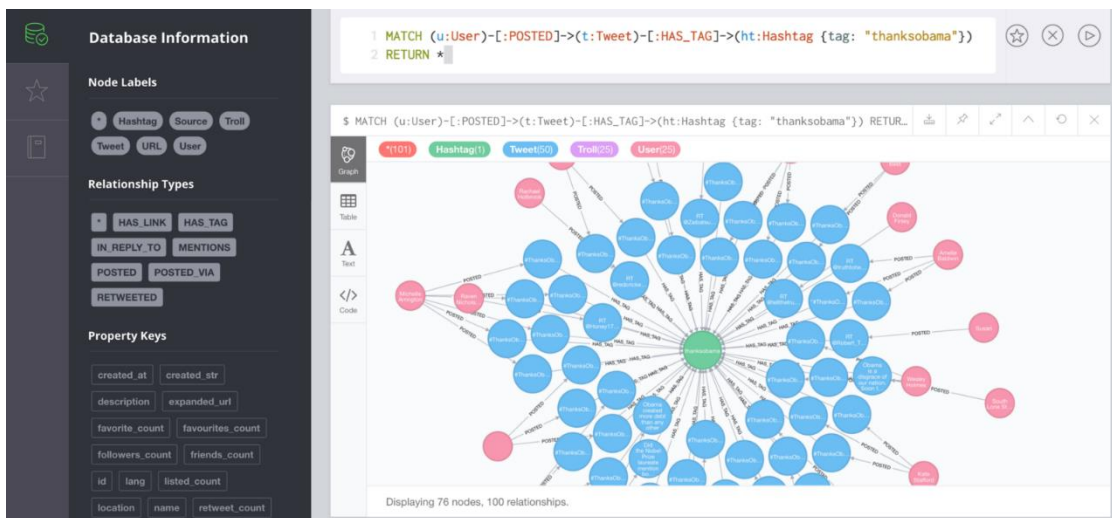


Figura 05: Captura da tela Neo4j. Fonte: <https://neo4j.com/>

Tomando por exemplo um cenário em que se deseja analisar os alunos de uma instituição, cada aluno estaria relacionado com um conjunto de professores, de disciplinas, de outros alunos, de recursos disponíveis numa plataforma web da escola. Nesses relacionamentos cada aluno teria uma grande variedade de informações a seu respeito, ficando visível, assim, que com um grande número de alunos é imprescindível ter um SGBD capaz de gerenciar todo o conjunto de dados.

Também é possível o uso da ferramenta para a partir de um banco de dados, no caso desse estudo gerado a partir da plataforma Moodle de um curso de graduação, construir diferentes relações entre alunos, disciplinas e professores. (Figura 6)

³ <https://neo4j.com/>

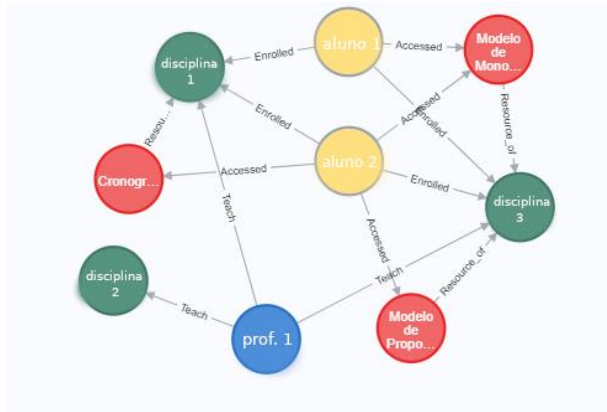


Figura 06: Visualização de relações. Fonte: Elaborado pelo autor

O uso da ferramenta pode ir além de apenas da visualização das relações entre diversos elementos, na seção seguinte é demonstrado a criação de um TA, bem como, o uso de dados quantitativos(notas) obtidos a partir do banco de dados gerado da plataforma Moodle.

4. A construção de trajetórias e seus elementos com o auxílio do Neo4j

O termo Trajetória de Aprendizagem Realizada cunhado por (Canto et al., 2014a), transmite uma ideia semelhante aos termos Trajetória Emergente (Simbine,2017), Trajetória Situacional (Saint-Georges e Filliettaz,2008), que se refere a trajetória efetivamente realizada pelos alunos ao percorrer as diferentes disciplinas, núcleos conceituais e recursos educacionais. Para uma melhor representação desse modelo de trajetória foi construído com o uso da ferramenta computacional referida na seção anterior, um modelo real de percurso realizado por um aluno.

Na Figura 7, é apresentada sequência realizada por um aluno por meio das disciplinas cursadas ao longo do curso. Também é possível com o uso da ferramenta, obter dados relativos ao desempenho do aluno e compará-los ao desempenho de outros alunos participantes do mesmo curso. Também existe a possibilidade da análise individual das trajetórias realizadas pelo aluno relacionando com suas notas, e a partir dessas informações verificar a existência de trajetórias realizadas em que a seleção e a sequência das disciplinas proporcionaram um melhor aproveitamento do aprendizado, tendo como referência de aproveitamento as notas obtidas ao longo da trajetória.

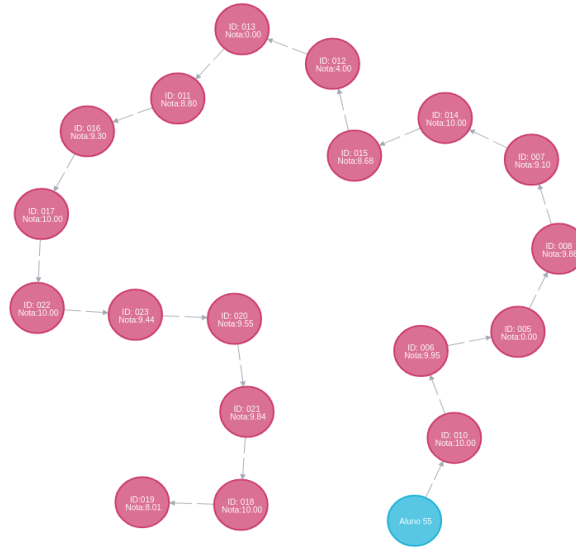


Figura 07: Trajetória de Aprendizagem Realizada. Fonte: Elaborado pelo autor

No presente estudo foi realizada a representação e posterior análise em relação frequência de acesso a recursos educacionais a partir de dados interacionais gerados por dois alunos. (Figura 8)

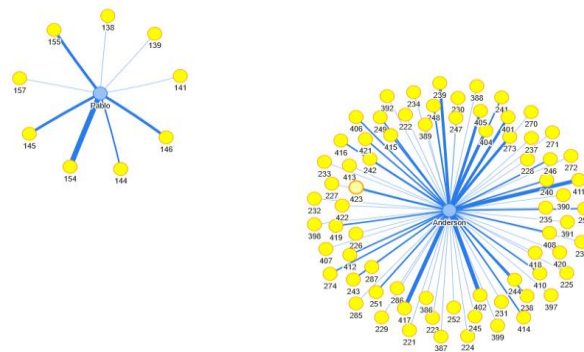


Figura 08: Relação entre Alunos-Elementos da TA. Fonte: Elaborado pelo autor

Os nodos amarelos representam os diferentes recursos presentes ao longo de um curso e os nodos azuis representam os alunos. A frequência de interações com os recursos é representada pela espessura das arestas, ou seja, quanto maior a espessura das arestas maior a frequência de acesso ao recurso educacional.

5. Conclusão

O uso de soluções visuais para representações de TAs, seja por meio do uso de grafos, formas geométricas específicas ou ideias provenientes da modelagem em computação auxiliam a professores, tutores a terem uma maior compreensão por meio de uma visão macro dos caminhos

percorridos por alunos em AVEAs. O presente trabalho procurou trazer uma proposta de uso de uma ferramenta computacional que possibilite a construção de Trajetórias de Aprendizagem Realizadas, tal ferramenta correspondeu às expectativas que era o uso de grafos para mapear os caminhos dos alunos bem como acessar a dados gerados a partir de suas interações com diferentes recursos. Em trabalhos relacionados citados o uso dos grafos como representações das TAs também se apresentaram eficientes possibilitando acompanhar os movimentos de avanço e retorno realizados pelos alunos durante o processo de aprendizado.

A possibilidade de acesso a banco de dados de plataformas de aprendizado como a ferramenta Moodle, amplia a possibilidade de uso de dados de alunos e podendo por meio do uso de ferramentas específicas gerar informações de qualidade para possíveis análises de aprendizado e correções de dificuldades em relação as TAs dos alunos, sendo essas correções realizadas por professores, tutores ou mesmo por alunos dependendo o grau de autonomia dos envolvidos.

Como proposta de trabalhos futuros sugere-se mais de experimentos ampliando o número de alunos envolvidos, bem como, o tipo de cursos envolvidos. Também se propõem o uso de ferramentas de mineração de dados para que conjuntamente com as ferramentas já proposta possam de uma maneira mais refinada determinar o perfil dos alunos em AVEAs.

Referências

- Argôlo, E. S. (2016) “Trajetórias conceituais intencionais de ensino e aprendizagem: investigação em fluxo temporal em espaços e contextos nos processos educacionais em EaD.” Tese. PGIE-UFRGS.
- Branco, Vinícius M. A. (2003) “Visualização como Suporte à Exploração de uma Base de Dados Pluviométricos.”. Dissertação (Mestrado em Ciência da computação e Matemática Computacional). Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo.
- Canto, A. B. DO; Lima, J. V.; Argolo, E. S.; Tarouco, L. M. R. (2014) PBTA - Projeto baseado em trajetórias de aprendizagem. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 12, n. 1.
- Canto Filho, A. B.; Nunes, F. B.; Wagner, R.; Zunguze, M. C.; Hannel, K.; Simbine, F.; Maia, R.; Lima, J. V. (2016) “Trajetórias de Aprendizagem.” In: Hannel, K.; Zunguze, M. C.; Nunes, F. B.; Lima, J. V. (Orgs.) *Trajetórias de Aprendizagem: teoria e prática*. Create Space.
- Canto Filho, A. B. (2015) MOTRAC - Modelo de Trajetórias de Aprendizagem Conceitual. Tese. PGIE-UFRGS.
- Card, S. K.; Mackinlay, J. D.; Shneiderman, B. (1999) “Readings in information visualization: *using vision to think*.” Morgan Kauffman.
- Kirner, C.; Calonego Jr, Buk; Kirner, T.G. (2004) “Visualização de Dados em Ambientes com Realidade Aumentada.” *Anais do 1 o Workshop de Realidade Aumentada*, Piracicaba SP, p. 45-48.
- Moissa, B., Borba, E. J. De, Kemczinski, A. and Gasparini, I. (2014). “Uma ferramenta de

Visualização da Informação para analisar o comportamento do aluno em um ambiente e-learning e sua trajetória de aprendizagem.” *Revista Brasileira de Design da Informação*, v. 11, n. 3.

Nascimento, H. A. do; Ferreira, C. B. R. (2005) “Visualização de Informações - Uma Abordagem Prática.” In: UNISINOS, 2005. Rio Grande do Sul. In: XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Anais. Rio Grande do Sul: São Leopoldo.

Ramos, D. B. et al. (2017) “Um modelo para trilhas de aprendizagem em um ambiente virtual de aprendizagem. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação”, 28., 2017, Recife. **Anais...** Recife: SBIE, p. 1407-1416.

Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7669>. Acesso em: 22. ago, 2019.

Saint-Georges, I. & Filliettaz, L. (2008). Situated trajectories of learning in vocational training interactions. *European Journal of Psychology of Education*, XXIII (2), 213-233.

Simbine, F. B. (2017) “Comparando Roteiros Guiado e Livre nas Trajetórias de Aprendizagem.” Tese. PGIE-UFRGS.

Simon, Martin A (1995). “Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective.” *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 26, n. 2, p. 114–145.