

Monitoramento da Experiência do Usuário em Ambientes Colaborativos Virtuais de Aprendizagem: Um Mapeamento Sistemático

Francisco Petrônio Alencar de Medeiros^{1,2}, Alex Sandro Gomes²

¹Unidade Acadêmica de Informática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

²Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
petronio@ifpb.edu.br, asg@cin.ufpe.br

Abstract. *Analyze and monitor user experience in Learning Management Systems (LMS) is an exhausting task in a context of growth of different interactions in synchronous and asynchronous tools. The main objective of this work is to investigate and gather approaches to monitoring and tracking activities and interactions in ACVA, emphasizing the range and limitations of these approaches.*

Resumo. *Analisar e monitorar a experiência dos usuários em ambientes colaborativos virtuais de aprendizagem (ACVAs) é uma tarefa extenuante em um contexto de crescimento de interações nas diferentes ferramentas síncronas e assíncronas. O principal objetivo deste trabalho é investigar e reunir de forma sistemática as abordagens para monitoramento e rastreamento das atividades e interações em ACVA, destacando o alcance e as limitações dessas abordagens.*

1. Introdução

Em tempos em que a Internet e aplicações web tornam-se fundamentais para o desenvolvimento das interações em suas diversas extensões, a área educacional também tem sido bastante beneficiada. A fim de apoiar o processo de ensino a distância foram desenvolvidos os Ambientes Colaborativos Virtuais de Aprendizagem (ACVA), que são plataformas projetadas para atuarem como salas de aula virtuais, proporcionando várias possibilidades de interações entre os seus participantes. Com o aumento da oferta de cursos a distância ou *blended learning*, os ACVA tomaram uma grande dimensão e assumiram um papel de destaque no processo global de ensino [Teixeira et. al., 2011].

A efetividade dessas plataformas passou a ser largamente pesquisada e um número considerável de problemas tem sido reportados nesses trabalhos, como o sentimento de isolamento devido ao contato limitado entre o instrutor e os aprendizes, a perda de motivação, a desorientação no hiperespaço do curso, o alto índice de desistências e dificuldades de gerenciamento sem o devido suporte institucional. O efetivo uso de ACVAs em educação a distância requer que instrutores tenham um suporte para diagnosticar quando um problema ocorra ou até mesmo se antecipar para que não venha a ocorrer, de forma que ele possa intervir [Campana et. al., 2008].

Analisar e monitorar essas atividades e as informações geradas por elas é uma importante tarefa do instrutor. O feedback oferecido através do monitoramento dessas interações também permitem o ajuste do fluxo das atividades em tempo real mediante análise do comportamento dos aprendizes [Bakharia e Dawson, 2011].

Com um número de aprendizes cada vez maior e os ACVAs dispendo de diversas ferramentas de comunicação que promovem um grande volume de interações entre instrutores, aprendizes e conteúdo, o acompanhamento e interpretação dessas interações pelo instrutor é uma tarefa altamente complexa e exaustiva. Caballé et. al. (2008) afirma que acompanhar uma sequência de centenas de *threads* de atividades nos ACVAs é uma tarefa muito intensa e tediosa, porque não dizer impossível.

2. Contextualização e Objetivos

Devido a dificuldade de monitoramento manual dessas atividades pelos instrutores, espera-se que algum suporte automático seja oferecido. Alguns ACVAs acumulam grandes arquivos de logs com os registros das atividades dos aprendizes e usualmente possuem funcionalidades que oferecem alguns dados estatísticos como logins de usuários, histórico de páginas visitadas, quantidade de mensagens enviadas nas ferramentas de comunicação, tarefas realizadas e resultados de avaliações, atividades comumente relacionadas as interações entre aprendizes e conteúdos e ferramentas [Mazza e Milani, 2004]. Diversos trabalhos na literatura propõem soluções para suprir a limitação dos ACVAs quanto ao monitoramento das atividades dos aprendizes.

Os instrutores podem utilizar essas estatísticas para monitorar os aprendizes, intervindo quando necessário no processo de ensino aprendizagem. Contudo, os registros armazenados nesses logs são frequentemente incompreensíveis e com uma pobre organização lógica, sendo difícil a extração e agregação em profundidade, além do que uma parcela significativa das interações dos aprendizes ocorrem externamente aos ACVAs e portanto não são registrados em seus volumosos logs [Ferguson, 2012].

O objetivo geral deste trabalho é investigar e reunir de forma sistemática as abordagens para monitoramento e rastreamento das atividades e interações em ambientes colaborativos virtuais de aprendizagem, oferecendo respostas para dois momentos distintos desse processo: o primeiro relacionado a modelagem e persistência dos registros das atividades e interações nos ACVAs e o segundo, às estratégias de análise e processamento das atividades e interações persistidas e o contexto de promoção de suporte à aprendizagem oferecida. A partir disso, elaborar um mapeamento que agregue e categorize as evidências produzidas.

3. Trabalhos Relacionados

Inicialmente foi realizada uma revisão informal da literatura a procura de estudos semelhantes ao proposto neste trabalho. Ferguson (2012) analisou as referências bibliográficas dos setenta artigos publicados na conferência LAK 2012 (*Learning Analytics and Knowledge*), selecionando os vinte trabalhos mais referenciados. A autora publicou um relatório técnico que teve como objetivo principal apresentar o estado da arte na área de Aprendizagem Analítica, bem como identificar uma série de desafios futuros. Uma limitação deste trabalho é a abrangência da pesquisa realizada na literatura, uma vez que incluiu publicações de uma única conferência.

4. Método de Pesquisa

O método ou procedimento essencial para a realização da pesquisa foi o de estudo de mapeamento sistemático, conforme classificação de Kitchenham e Charters (2007). Esta seção apresenta as principais decisões tomadas durante o estudo, o processo da busca,

seleção e extração das informações dos Estudos Primários (EP) selecionados, baseando-se na metodologia proposta.

4.1. Questões de Pesquisa

Para atingir o objetivo deste Mapeamento Sistemático, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa: **Q1.** Quais teorias ou processos foram utilizados para modelar e persistir as atividades e interações dos usuários em ACVAs? **Q2.** Qual tipo de persistência foi utilizado na abordagem de monitoramento? **Q3.** Em qual contexto de uso é aplicado o monitoramento das atividades? **Q4.** Quais técnicas ou modelos foram utilizados para capturar, analisar e processar os registros das interações? **Q5.** Quais métodos de pesquisa foram utilizados para validação das propostas? **Q6.** A abordagem de monitoramento está vinculado a algum ACVA. **Q7.** A abordagem de monitoramento proposta estende a experiência de aprendizagem além do ACVA?

4.2. Estratégia de Busca

A fonte de pesquisa utilizada para a busca dos estudos primários foi a base Elsevier Scopus (<http://www.scopus.com>), uma vez que este repositório também inclui as bases da IEEE Digital Library, ACM Digital Library e ScienceDirect. A pesquisa foi complementada com uma busca em teses e dissertações no Portal de Periódicos da Capes e nos anais dos últimos cinco anos do SBIE. Esta busca selecionou 162 trabalhos primários a partir da seguinte string de busca:

```
TITLE-ABS-KEY((tracking OR monitoring OR log) AND ("learning management system" OR "online learning environment" OR "computer supported collaborative learning")) AND (EXCLUDE(LANGUAGE, "Chinese") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Croatian")) AND (EXCLUDE(DOCTYPE, "cr") OR EXCLUDE(DOCTYPE, "ip") OR EXCLUDE(DOCTYPE, "re"))
```

4.3. Critérios de Inclusão e Exclusão de Estudos Primários

Para a inclusão de um trabalho na pesquisa foi determinada sua relevância em relação às questões de investigação através da análise do título, palavras-chave e resumo. Dois critérios de inclusão foram levados em consideração nessa análise, o primeiro é que o trabalho deveria apresentar resultados completos e de preferência fosse validado através de um experimento e o segundo era que o trabalho apresentasse uma abordagem de monitoramento abrangente em tempo real e não se limitasse a analisar logs históricos dos ACVAs. Finalizada a primeira iteração, 48 (quarenta e oito) trabalhos foram incluídos na pesquisa. A compilação dos estudos primários finalizou com a Análise e Classificação dos resultados, cujo extrato encontra-se em <http://migre.me/alMch>.

5. Análise e Classificação dos Resultados

Os quarenta e oito artigos selecionados na primeira iteração foram lidos integralmente e o processo de análise se iniciou com a marcação de trechos dos textos dos trabalhos (ou dados qualitativos) que forneciam informação relevante para responder as questões de pesquisa. A partir de similaridades dos dados extraídos, utilizando-se para isso o método de comparações constantes, foi realizada a síntese dos dados, que foram anotados em uma tabela. Alguns trabalhos não foram incluídos porque analisavam logs históricos, sem dar suporte ao monitoramento em tempo real.

As questões de pesquisa Q1 e Q2 deste mapeamento sistemático referem-se a modelagem e persistência das atividades e interações, ou seja, ao processo de construção do log. A figura 1 mostra as teorias ou processos que foram utilizados para

modelar e persistir as atividades e interações dos usuários nas abordagens propostas nos artigos pesquisados. Destaca-se o grande número de trabalhos que utilizaram os logs crus dos próprios ACVAs, baseados nos logs Web tradicionais que são construídos a partir das interações com os browsers, sem nenhuma consideração de contexto.

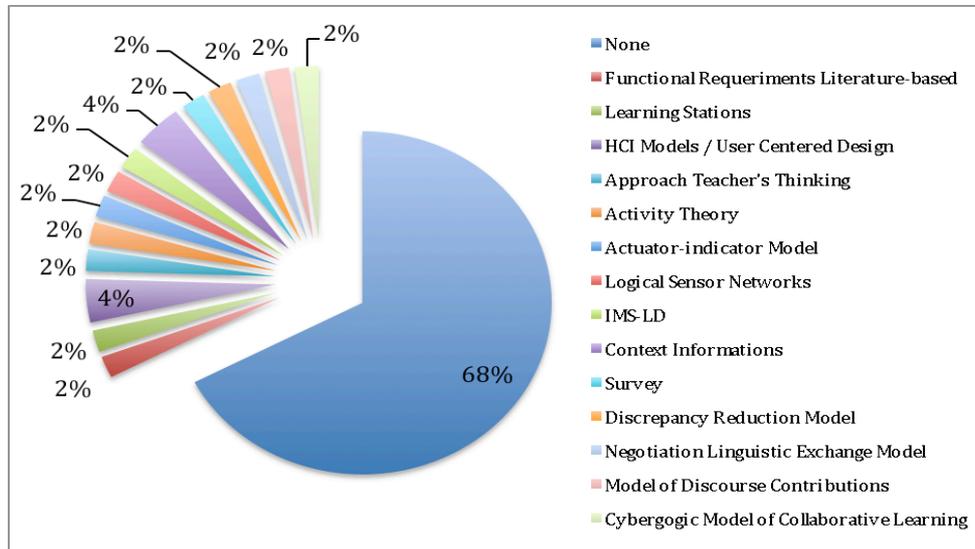


Figura 1. Modelo ou Processo utilizado para construção do log

Alguns trabalhos buscaram enriquecer os logs provenientes dos ACVAs utilizando diferentes técnicas. Santos et. al. (2011) integram os dados oriundos de um log cru de um ACVA com informações do modelo de domínio a ser aprendido com o intuito de personalizar a navegação do usuário. Goggins (2010) e Zorilla e Alvarez (2008) enriqueceram as informações do log de um ACVA com informações de contexto, enquanto Mazza e Dimitrova (2007) acrescentou uma camada de pré-processamento do log antes de processá-lo para gerar visualizações. Na figura 2 é mostrado a distribuição das formas de persistência das atividades em ACVAs.

Há algumas iniciativas de utilização de XML para persistir as atividades e interações em ACVAs, como Morales et. al. (2011) e Mazzola e Mazza (2010), que utilizam XML para construção de arquivos de configuração e armazenamento de informações de contexto. Weinbrenner et. al. (2010) utilizam ontologias para enriquecer os logs com informações de contexto.

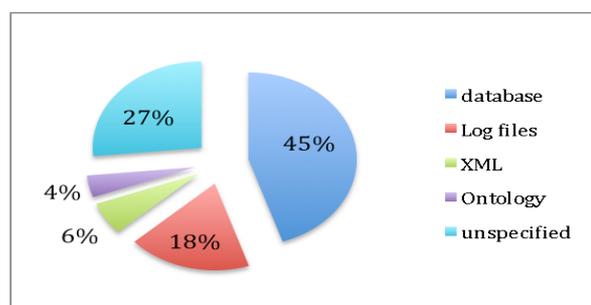


Figura 2. Distribuição das formas de persistência utilizadas nos trabalhos pesquisados.

As questões de pesquisa Q3, Q4, Q5, Q6 e Q7 deste mapeamento sistemático referem-se ao contexto de aplicação do monitoramento. Uma das questões chave deste trabalho era entender a utilidade das abordagens de monitoramento e como elas servem

de apoio ao processo de ensino aprendizagem. A figura 3 mostra a distribuição do contexto de aplicação do monitoramento das atividades em ACVAs.

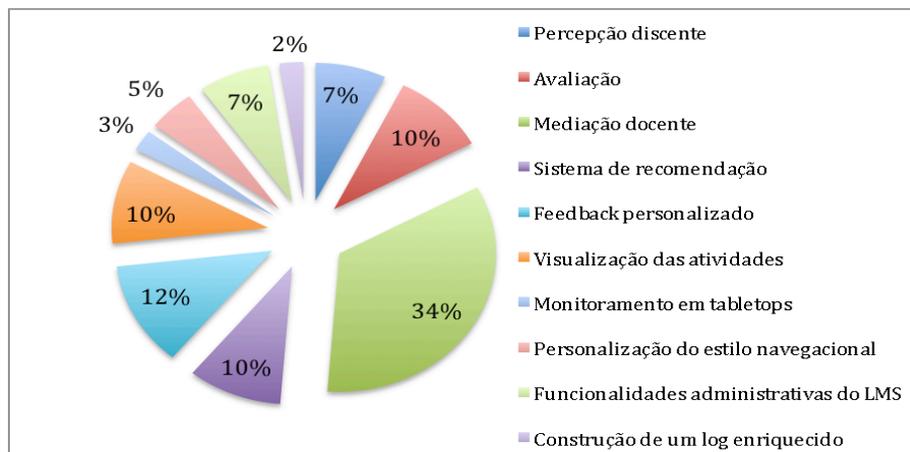


Figura 3. Contexto de aplicação das abordagens de monitoramento

A maioria das abordagens pesquisadas buscam dar suporte ao instrutor ou tutor a processar a grande quantidade de informações persistidas a partir das atividades e interações dos aprendizes. A mediação docente nesses trabalhos se dá de várias formas. Juan et. al. (2008), Xhafa et. al. (2011), Valsamidis et. al. (2010) e Zorrilla e Alvarez (2008) apresentam abordagens de suporte ao docente através da geração de relatórios estatísticos sobre os registros das atividades dos aprendizes extraídos dos logs de ACVAs. Kampff et. al. (2008) propõe um suporte a mediação docente através da geração de alertas a partir do monitoramento das atividades e no ACVA com o propósito de minimizar a reprovação e evasão.

Alguns trabalhos apresentam mecanismos de visualização das atividades e interações em ACVA buscando apoiar instrutores e tutores no acompanhamento do comportamento dos aprendizes, tais como Mazza e Milani (2004), Mazza e Dimitrova (2007), Teutsch e Bourdet (2010), Mazzola e Mazza (2010) e Silva e Rocha (2007). Bakharia e Dawson (2011) dão suporte a mediação docente através da análise de padrões de interação de fóruns de discussão em AVCA, enquanto Psaromiligkos et. al. (2011) analisam o comportamento dos aprendizes a partir da mineração de dados.

Além da mediação docente, outros trabalhos pesquisados aplicam o monitoramento das atividades e interações dos aprendizes em outros contextos. Campana et. al. (2008) e Borges et. al. (2011) capturam e analisam as atividades nos ACVAs com o objetivo de aumentar a percepção dos aprendizes. Weinbrenner et. al. (2010) e Caballé et. al. (2008) propõem estratégias de auto-avaliação e avaliação automática em tempo real a partir de uma abordagem de monitoramento das atividades.

Florian et. al. (2011), Almulla (2009) e Govaerts et. al. (2010) apresentam arquiteturas e sistemas de recomendação de conteúdos ou de navegação em ACVAs a partir do comportamento dos aprendizes adquiridos através de abordagens de monitoramento. Alguns trabalhos apresentam modelos de feedback personalizados e construtivos, que é uma funcionalidade intimamente relacionada com a percepção ao aprendiz, entre eles Suh e Lee (2006) e Sun et. al. (2004).

A figura 4 mostra a distribuição das técnicas e modelos utilizados pelos trabalhos pesquisados para análise e processamento dos registros das atividades e interações em ACVAs. A maior parte dos trabalhos pesquisados não utilizam nenhuma

técnica ou modelo para analisar os dados persistidos a partir do monitoramento. Alguns desses trabalhos, como os com o objetivo de aumentar a percepção dos aprendizes, simplesmente facilitam a apresentação e percepção dos dados crus.

Destaca-se a quantidade de trabalhos que utilizam técnicas e algoritmos de mineração de dados (Data mining) para analisar e extrair conhecimento das grandes bases de dados persistidas nos ACVAs. A grande maioria dos trabalhos não selecionados na primeira iteração do mapeamento sistemático, especialmente por analisar e processar logs históricos de ACVAs, também utilizam essa técnica no processamento do grande volume de dados.

Xhafa et. al. (2011), Florian et. al. (2011), Psaromiligkos et. al. (2011), Anitha e Krishnam (2010), Goggins et. al. (2010), Valsamidis et. al. (2010), Kampff (2009) apresentam abordagens que utilizam mineração de dados (data mining) para extração e descoberta de padrões de uso em ACVAs. Um número considerável dos trabalhos pesquisados propõem arquiteturas orientadas a agentes para capturar e monitorar diferentes fontes de dados e ferramentas de comunicação com o objetivo de suportar de alguma forma o processo de aprendizagem, entre os quais Campana et. al. (2008), Almulla (2009) e Sun et. al. (2004).

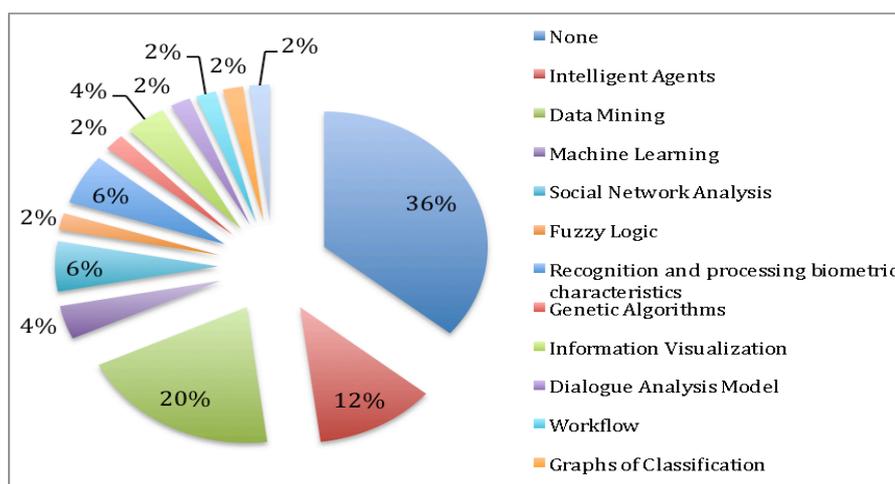


Figura 4. Técnicas e Modelos para análise e processamento das atividades nos ACVAs

Gweon et. al. (2011) armazena e processa dados biométricos das atividades dos aprendizes em ACVAs. Bakharia e Dawson (2011), Goggins et. al. (2010) e Suh e Lee (2006) utilizam métricas de Análise de Redes Sociais (*Social Network Analysis*) para analisar a interação entre os aprendizes, enquanto Rosales et. al. (2011) utiliza Lógica Fuzzy no monitoramento de uma rede de sensores lógica. Quase 60% dos trabalhos pesquisados validaram a abordagem proposta de alguma forma, embora boa parte deles sem experimentos que comprovassem interferência em alguma variável do processo de ensino aprendizagem. Nesses casos, os testes são relacionados a performance de algoritmos, testes de usabilidade e testes dos algoritmos de reconhecimento de padrões de características biométricas.

Na figura 5 é apresentada de forma mais clara os referenciais teóricos utilizados nos experimentos das abordagens propostas nos trabalhos pesquisados. Vê-se claramente que alguns dos experimentos não estão direcionados a melhora ou interferência do processo de ensino aprendizagem, focando mais na validação dos processos tecnológicos que suportam o monitoramento em si.

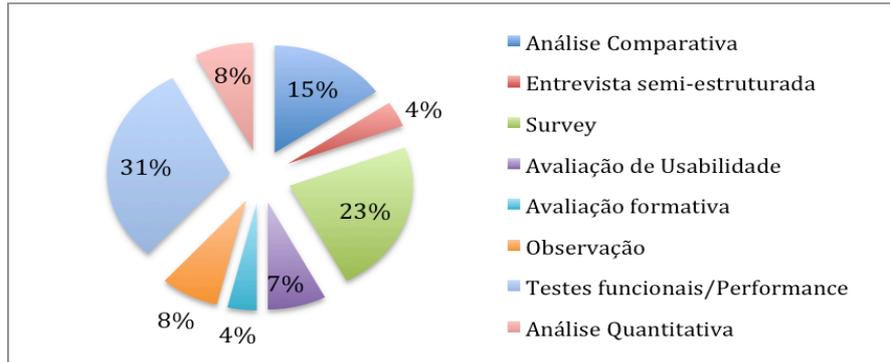


Figura 5. Referenciais utilizados nos experimentos para validação das abordagens de monitoramento

Na figura 6 é mostrada a distribuição dos ambientes colaborativos virtuais de aprendizagem que dão suporte as abordagens de monitoramento propostas. Por ser um ACVA muito utilizado em todo o mundo e ser *open source*, a maioria dos trabalhos pesquisados propõem abordagens de monitoramento utilizando o Moodle. Nesses casos, um componente foi desenvolvido e acoplado ao Moodle geralmente utilizando o registro das atividades do log interno do próprio ambiente, de forma a complementar o inexpressivo suporte dado aos instrutores no Moodle na forma de relatórios gerenciais.

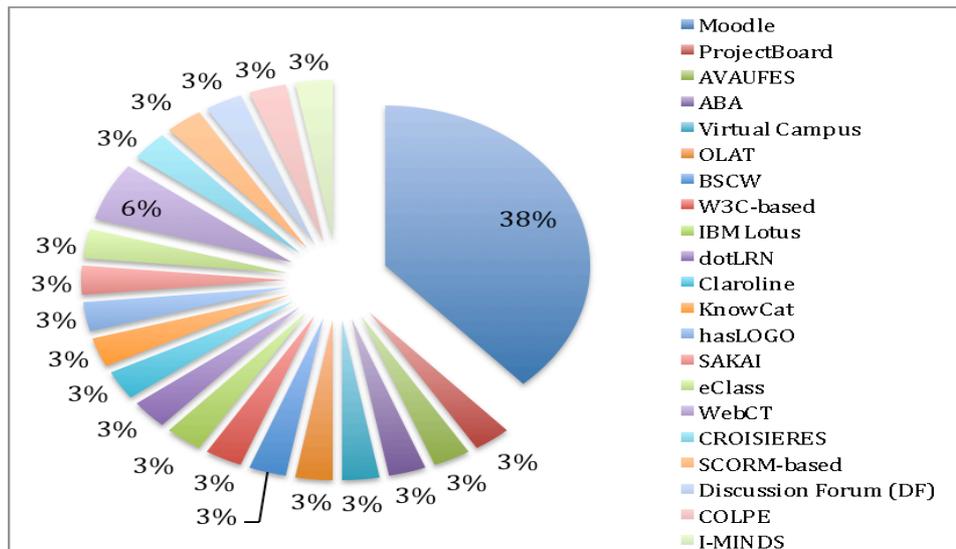


Figura 6. Distribuição dos ACVAs que dão suporte as abordagens de monitoramento propostas

Finalmente, a última questão de pesquisa do mapeamento sistemático realizado era também um dos maiores interesses e buscava compreender o nível de extensão da abordagem de monitoramento proposta. A abordagem de monitoramento proposta estende a experiência de aprendizagem além dos “muros” dos ACVAs? Rastream as interações via dispositivos móveis ou agregam as interações nas redes sociais e jogos educacionais online? Dos trabalhos pesquisados, 7% dos trabalhos abrangeram o monitoramento para experiências que não as internas dos ACVAs. Dois trabalhos consideraram especificar o monitoramento das experiências de aprendizagem a partir das interações via dispositivos móveis, e somente um trabalho considerou a extensão do monitoramento para as redes sociais online

Xhafa et. al. (2011) capturam as informações dos aprendizes acessando a plataforma de aprendizagem a partir de dispositivos móveis e avaliam como essa modalidade de acesso pode afetar o cenário dos ACVAs Web, enquanto Govaerts et. al. (2010) utilizam os dados do microblogging Twitter para avaliar a usabilidade das visualizações oferecidas pela abordagem de monitoramento proposta. Os trabalhos não integraram as atividades e interações nas ferramentas colaborativas internas do ACVA com ferramentas colaborativas externas.

6. Conclusões

A análise dos trabalhos pesquisados e selecionados no mapeamento sistemático da literatura sobre as abordagens de monitoramento das atividades e interações dos aprendizes em ambientes colaborativos virtuais de aprendizagem mostrou que essa é uma subárea relativamente nova dentro da área de Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador (Computer Supported Collaborative Learning). Chegou-se a essa conclusão baseando-se no ano de publicação dos trabalhos, que em sua grande maioria variam entre 2006 e 2012.

A evolução dos ACVAs no apoio ao processo de ensino aprendizagem ocorre a pelo menos duas décadas e durante esses muitos anos a busca por ferramentas que propiciassem e aumentassem a colaboração entre os instrutores, tutores e aprendizes consumiu grande parte dos trabalhos científicos nessa área. Mais recentemente, os olhos voltaram-se para o grande volume de dados gerados pelos ACVAs e nas possibilidades de retorno e de valor de informação que esses dados podem oferecer.

Os trabalhos geralmente propõem soluções para ACVAs já existentes, oferecendo suporte na forma de relatórios, alertas e visualizações através da mineração dos dados. Uma das limitações identificadas é que esses logs seguem o padrão *Common Log Format*, dos servidores Web, que não foram projetados para prover dados para análise e monitoramento de ambientes virtuais e sim para coletar dados para administradores de sistemas. Esses logs não são contextualizados e não representam as interações sociais entre os atores envolvidos no processo de aprendizagem.

Os trabalhos geralmente propõem soluções para ACVAs já existentes, oferecendo algum suporte na forma de relatórios, alertas e visualizações gerados através da mineração dos logs de dados. Poucos trabalhos se preocupam com a modelagem e a persistência dos registros das atividades em ACVAs, especialmente das interações que ocorrem nesses ambientes. Entende-se que um log bem estruturado e contextualizado oferece inúmeras possibilidades de análise e possíveis intervenções no processo de ensino aprendizagem, entre as quais mediação docente, feedback personalizado, avaliação formativa, sistemas de recomendação, entre outros.

Outra limitação encontrada nos trabalhos pesquisados foi o alcance das atividades e interações analisados nas abordagens de monitoramento, que se restringem as ferramentas de colaboração internas dos ACVAs. Acredita-se que para compreender as relações sociais entre os atores envolvidos no processo de aprendizagem online, tem-se que estender a análise das interações para além dos “muros” dos ACVAs, além de considerar os padrões de acesso a partir de dispositivos móveis.

Compreender o comportamento dos atores envolvidos no processo de aprendizagem a partir da análise em tempo real das relações sociais existentes, intervindo nesse processo de forma a melhorar a experiência de aprendizagem, parece

ser um objetivo desafiador especialmente considerando o número cada vez maior de cursos a distância e a dificuldade de acesso de grande parte da população mundial a uma educação de qualidade.

Referências Bibliográficas

- Almulla, M. (2009) School e-Guide: a personalized recommender system for e-learning environments. First Kuwait Conference on e-Services and e-Systems.
- Anitha, A. e Krishnan, N. (2010) A Web Usage Mining based Recommendation Model for Learning Management Systems. Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC).
- Bakharia, A. e Dawson, S. (2011) SNAPP: A bird's-eye view of temporal participant interaction. Learning Analytics and Knowledge Conference.
- Borges, V., Sawant, R., Zarapkar, A. e Azgaonkar, S. (2011) Wireless automated monitoring system for an educational institute using Learning Management System (MOODLE), Soft Computing and Pattern Recognition (SoCPaR), pp.231-236.
- Caballé, S., Juan, A. e Xhafa, F. (2008) Supporting effective monitoring and knowledge building in online collaborative learning systems. Emerging technologies and information systems for the knowledge society, Springer, pp. 205–214.
- Campana, V. F., Sanches, D. R. e Tavares, O. L., Souza, S. F. (2008) Agentes para Apoiar o Acompanhamento das Atividades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Fortaleza.
- Ferguson, R. (2012) The State Of Learning Analytics in 2012: A Review and Future Challenges. Technical Report KMI-12-01, Knowledge Media Institute, The Open University, UK. <http://kmi.open.ac.uk/publications/techreport/kmi-12-01>.
- Florian, B., Glahn, C., Drachler, H., Specht, M. e Fabregat Gesa, R. (2011) Activity-Based Learner-Models for Learner Monitoring and Recommendations in Moodle. Towards Ubiquitous Learning. Lecture Notes in Computer Science. Springer.
- Goggins, S., Gallagher, M., Laffey, J. e Amelung, C. (2010) Social Intelligence in Completely Online Groups - Toward Social Prosthetics from Log Data Analysis and Transformation. IEEE Second International Conference on Social Computing.
- Govaerts, S., Verbert, K., Klerkx, J. e Duval, E. (2010) Visualizing Activities for Self-reflection and Awareness. Proceedings of the 9th international conference on Web-based Learning. Springer.
- Gweon, G., Agrawal, P., Udani, M., Raj, R. e Rose, C. (2011) The automatic assessment of knowledge integration processes in project teams. Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning (CSCL).
- Juan, A., Daradoumis, T., Faulin, J. e Xhafa, F (2008). Developing an Information System for Monitoring Student's Activity in Online Collaborative Learning, International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems.
- Kitchenham, B. A. e Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Relatório Técnico EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report.
- Kampff, A., Reategui, E. e Lima, J (2008). Mineração de dados educacionais para a construção de alertas em ambientes virtuais de aprendizagem como apoio a prática docente. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 6, p. 1-9.

- Mazza, R. V e Dimitrova, V. (2007) CourseVis: A graphical student monitoring tool for supporting instructors in web-based distance courses. *International Journal of Human-Computer Studies*, v.65 n.2, p.125-137.
- Mazza, R. e Milani, C. (2004) Gismo: a graphical interactive student monitoring tool for course management systems. In T.E.L. Technology Enhanced Learning 04 International Conference, Milan.
- Mazzola, L. e Mazza, R. (2010), An infrastructure for creating graphical indicators of the learner profile by mashing up different sources, *Advanced Visual Interfaces*.
- Morales, L., Garrido, A. e Serina, I (2011). Planning and execution in a personalised e-learning setting, in CAEPIA (in press).
- Psaromiligkos, Y., Orfanidou, M., Kytagiass, C. e Zafiri, E. (2011) Mining log data for the analysis of learners' behaviour in web-based learning management systems, *Oper. Res. J.*, vol. 11.
- Rosales, G.C.M., Araujo, R.B., Otsuka, J.L. e Rocha, R.V. (2011) Using Logical Sensors Network to the Accurate Monitoring of the Learning Process in Distance Education Courses. 11th IEEE ICALT.
- Santos, N. R. S., Gasparini, I., Pernas, A. M., Oliveira, J. P. M., Lima, J. V., Pimenta, M. S., Wives, L. K., Nicolao, M., Fernandez, A. e Barros, R. M (2011). Monitoramento navegacional do aluno para descoberta de padrões de preferências de aprendizagem no Moodle. *Cadernos de Informática, UFRGS*.
- Silva, C.G. e Rocha, H.V. (2007) Learning Management Systems' database exploration by means of Information Visualization-based query tools. *ICALT. Seventh IEEE International Conference on*, vol., no., pp.543-545.
- Suh, H. J., e Lee, S. W (2006). Collaborative learning agent for promoting group interaction. *Electronics Telecommunications Research Institute Journal*, 28(4).
- Sun, L., Lubega, J. T. e Williams, S. A (2004). Design for a Learner-Oriented Tracking. *Lecture Notes in Computer Science*. vol. 3143. Springer.
- Teixeira, E., Gomes, A. S. e Medeiros, F. P. (2011) Microblogging como estilo de interação e colaboração em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem. XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Aracaju.
- Teutsch, P. e Bourdet, J. (2010) How to see training paths in Learning Management Systems. 10th IEEE International Conference in Advanced Learning Technologies.
- Valsamidis, S., Kontogiannis, S., Kazanidis, I. e Karakos, A (2010). Homogeneity and Enrichment, Two Metrics for Web Applications Assessment, 14th Panhellenic Conference on Informatics.
- Weinbrenner, S., Hoppe, H., Lealz L., Montenegro, M., Vargas, W. e Maldonado, L. (2010), Supporting Cognitive Competence Development in Virtual Classrooms, *ICALT2010*, pp.573-577.
- Xhafa, F. , Caballe, S. , Bessis, N. , Juan, A.A. , Barolli, L. e Miho, R (2011). Using Massive Processing and Mining for Modelling and Decision Making in Online Learning Systems. *International Conference on Emerging Intelligent Data and Web Technologies (EIDWT)*.
- Zorrilla, M. e Álvarez, E (2008). MATEP: Monitoring and Analysis Tool for E-Learning Platforms, *Proceedings of the 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, p.611-613.