

Webdocumento e a articulação dos recursos geométricos

Amanda Rodrigues da Silva¹

GD6 – Educação Matemática, Tecnologias e Educação à Distância

Os artefatos tecnológicos têm ocupado cada vez mais espaço no meio educacional. Com isso o professor se depara com uma grande quantidade de recursos e instrumentos tecnológicos, que podem ser utilizados no processo de ensino. Cabendo ao mesmo analisar e avaliar quais os recursos que proporcionam melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem. Logo, deve-se ter noção de recursos, bem como, existe a necessidade de existir a articulação entre os mesmos. O WebDocumento, surgiu da escola de altos estudos de Trouche, é um sistema de autoria interativo na web que possibilita a articulação entre os diferentes recursos e que pode atuar colaborativamente, onde o professor pode orquestrar esse ambiente e elaborar uma aula, podendo essa ser de modelo conceitual, prática ou prática-colaborativa. Esse trabalho apresenta estudos levantados de uma dissertação em processo de construção, que tem como objetivo desenvolver uma estrutura que sirva como suporte da elaboração de um webdocumento pelo professor, com base na teoria da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2005) aplicada à elaboração da interface, seguindo a metodologia da Engenharia de Softwares Educativos – ESE (TCHOUNIKINE, 2011) e o levantamento das características necessárias fundamentada na Elicitação de Requisitos (GOMES e WANDERLEY, 2003). O WebDocumento em questão é voltado para o ensino da geometria, levando em consideração os aspectos tecnológicos, pedagógicos e ilustrativo/design, tendo foco inicial no conteúdo de Perspectiva Cônica e tem como sujeito professores do ensino superior que ministram disciplinas de desenho técnico.

Palavras-chave: Orquestração Instrumental; webdocumento; Recursos; Artefatos; ESE.

Introdução

Com a expansão do acesso à web no meio educacional o professor conta com mais uma fonte imensa de material digital para enriquecer o processo de ensino. Frequentemente, esses materiais são organizados em ambientes que buscam auxiliar o planejamento, construção e aplicação das aulas, como, por exemplo, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), utilizados na Educação à Distância (EaD). Esses ambientes ainda apresentam várias limitações como:

- Uma modelagem “engessada”, na medida em que há limitações na interação entre os recursos.
- A fragmentação do papel docente, onde há a separação das funções exercidas por grupos diferentes (SILVA e SANTOS, 2009).

¹ Universidade Federal de Pernambuco, e-mail: amandarodrigues.eg@hotmail.com, orientador: Prof. Dr. Franck Bellemain.

- A ausência frequente de suporte metodológico para o professor que o auxilie no planejamento de suas aulas, bem como na avaliação dos alunos durante as aulas.

Este trabalho propõe conceber e desenvolver um suporte ao processo de elaboração/planejamento/orquestração do material (documentação) didático digital empregado pelo professor para seu ensino. Designamos este material produzido como WebDocumento e temos como objetivo desenvolver um suporte para a elaboração de WebDocumentos que irá proporcionar a articulação entre os recursos específicos de um conteúdo, bem como, possibilitar recolher as atividades do usuário e os registros de interação, para avaliação e/ou colaboração.

Na perspectiva da avaliação da nossa proposta, focalizamos nos conteúdos de geometria. Nesse contexto específico, entendemos a articulação entre os recursos específicos como algo que proporcionam a representação de modelos 3D em modelo bidimensional, permitindo o contato do aluno com os elementos mais abstratos da geometria, como por exemplo, os elementos que se encontram no infinito. O que contribui no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de perspectiva cônica, onde “a principal dificuldade para a compreensão do conceito de perspectiva nos cursos de desenho e de educação artística é a de não poder materializar o raio visual” (SOUZA, 2010).

No processo de desenvolvimento do WebDocumento propomos desenvolver suportes, seguindo a teoria da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2005), permitindo a organização pelo professor de artefatos específicos. Nesta organização, o docente deve selecionar os dispositivos que serão utilizados, ou seja, os recursos que se referem especificamente ao conhecimento que será trabalhado, em seguida deve-se planejar as situações didáticas, elaborar as atividades e cenários. Lucena e Gitirana (2015, p.3), seguindo as ideias de Trouche (2005), abordam a Orquestração Instrumental como um procedimento em que “*o professor, comparado ao maestro, decide os cenários, recursos, situações e dinâmicas, comparado a escolha de distribuição física, partituras e os instrumentos que os instrumentistas (comparado aos estudantes) irão tocar.*”

Nosso objetivo principal é a de desenvolver uma metodologia de elaboração de um ambiente que proporcione essa organização dos recursos específicos, levando em consideração os objetivos citados:

1. Caracterizar um WebDocumento voltado para o ensino da geometria;
2. Analisar os artefatos geométricos que auxiliam no processo de aprendizagem;

3. Elaborar uma arquitetura fundamentada na orquestração instrumental;
4. Apresentar estrutura base para a articulação entre os recursos;
5. Elicitar os requisitos que são necessários para a construção de um WebDocumento;
6. Organizar uma estrutura que sirva como suporte para o professor no processo de ensino;
7. Apresentar o conteúdo de perspectiva cônica, utilizando-se de artefatos específicos;

Para isso, seguiremos os princípios metodológicos da Engenharia de Softwares Educativos – ESE (TCHOUNIKINE, 2011). Embora o WebDocumento não seja um Software, a ESE apresenta uma estrutura capaz de proporcionar o desenvolvimento metodológico do mesmo, em que há a análise à priori, o desenvolvimento, validação e análise posteriori. Contudo, a ESE tem como objetivo criar uma metodologia adequada capaz de auxiliar a construção de programas de alta qualidade (MUNASSAR e GOVARDHAN, 2010).

Recursos

A noção de recurso no meio educacional está, na maioria das vezes, atrelada ao objeto/material didático e sua insuficiência geralmente faz referência a carência de livros e outros materiais de aprendizagem. Entendemos a noção de recurso com algo se estendendo muito além do objeto material. Adler (2000) aborda a importância de o docente ter uma noção mais ampla de recurso em uso, onde deve levar em consideração os recursos sociais, materiais e culturais, além da necessidade de planejamento, execução e análise do uso desses recursos em sala de aula.

Adler (2000) apresenta uma caracterização de recursos, sendo esses: recursos humanos (professor e reflexão do conhecimento), recursos materiais (tecnologias, material escolar de matemática, objetos matemáticos e objetos do dia-a-dia), recurso cultural (contextualização do conhecimento relacionado aos aspectos do cotidiano dos alunos, podendo esse ser também um recurso social) e o recurso do tempo (caracterizado como um recurso natural).

... Uma noção mais ampla de recursos em uso, que inclui recursos adicionais humanos como base de conhecimento dos professores (ao contrário de suas meras qualificações formais), recursos materiais adicionais como geoplanos que foram feitos especificamente para a matemática da escola, recursos de uso diário como o dinheiro, bem como recursos sociais e culturais como a língua, a colegialidade e hora. (ADLER, 2011, tradução nossa)

O funcionamento dos recursos na matemática depende da utilização em contexto específico, não apenas de sua presença na prática. Com a apresentação da ideia de transparência (do visível e invisível) (ADLER, 2000), deve-se ter um foco maior do conhecimento à ser trabalhado em sala de aula, do que a utilização de um recurso. Não é apenas integrar o recurso no processo de aprendizagem, mas fazer com que esse recurso seja invisível e o conhecimento visível, para que o aluno possa se apropriar do mesmo.

Contudo, deve-se chamar atenção para os recursos e seu uso, visando dois pontos. O primeiro refere-se à importância de os professores estender as noções do mesmo e incluir os recursos humanos e culturais, como por exemplo, linguagem e tempo como recursos fundamentais na prática da matemática escolar. E o segundo ponto, é que necessita-se pensar recurso como sendo “re-source” (re-uso), entendendo-o como o objeto e também as ações ocorridas durante as práticas. Bem como, há a necessidade de ter cautela nas atividades de desenvolvimento profissional do professor de matemática no processo de ensino-aprendizagem (ADLER, 2000).

Webdocumento

A idealização de recursos é necessária para poder ter noção de como utilizá-los no WebDocumento, em que não serão levados em consideração apenas os softwares, bate-papo, imagens, dentre outros artefatos tecnológicos, mas também as ações realizadas. Contudo, serão escolhidos os artefatos tecnológicos específicos à serem utilizados no WebDocumento, bem como as ações que serão possíveis dos usuários executarem.

Os artefatos tecnológicos podem auxiliar no ensino da geometria, principalmente no que diz respeito à abordagem de conteúdos que requerem uma maior abstração por parte do estudante, possibilitando um instrumento que se utiliza de vídeos, animações, imagens, dentre outros recursos, “essa capacidade de ter vários percursos pode ser um fator decisivo na apreensão de um conhecimento” (LEDO e ULBRICHT, 2011).

Deve-se diferenciar aqui os artefatos de instrumentos, para que se possa compreender melhor o processo. Por artefatos podemos considerar que são os recursos capazes de auxiliarem o aprendizado de quem os usa. No processo de Instrumentação, há o desenvolvimento de esquemas de uso gerados a partir da ação do sujeito com o objeto, onde o mesmo procura conhecer as funções e propriedades do artefato, surgindo assim o instrumento (recurso + esquemas de uso). Após a apropriação, há a instrumentalização,

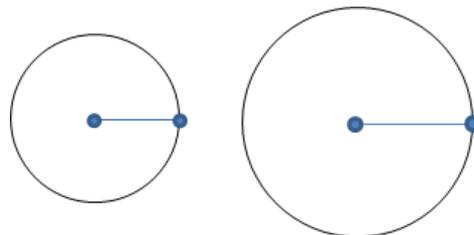
onde o instrumento é integrado à prática do usuário, originando a elaboração de novos esquemas de uso, sendo necessário a atuação da instrumentalização novamente. Embora ambos se refiram ao mesmo recurso, há a distinção das ações do sujeito com mesmo. (RABARDEL,1995)

Na geometria, bem como nas demais áreas de conhecimentos, há a necessidade do uso de diferentes suportes de informação, como imagens, tabelas, vídeos, textos, gráficos, dentre outros. Contudo o formato estático e linear da apresentação desses suportes, apresenta limites computacionais que devem ser ultrapassados, a fim de conceber uma comunicação interativa e que atenda às necessidades pedagógicas. Com isso, partimos para ideia do WebDocumento, que pode ser entendido como uma nova geração da hipermídia.

Hipermídia é um ambiente na web, que atua como uma teia de informação não linear e de interação, como afirma Ferrari (2014). Onde este apresenta uma construção didática visando os aspectos tecnológicos e pedagógicos, na apresentação de recursos educacionais. Enquanto que no WebDocumento, originado da Escola de Altos Estudos de Trouche (no prelo), além de observar esses aspectos, há a preocupação entre a articulação desses recursos.

O que seria essa articulação entre os recursos? Observe a representação de uma circunferência (Figura 1) e a modificação realizada em seu raio. Nota-se a relação existente entre a área da circunferência com a medida do raio, ao alterarmos a medida do raio, a área irá mudar, vice-e-versa. Agora imagine que a circunferência seria um vídeo e o raio um texto, ambos apresentando o mesmo assunto e na medida em que o aluno move o vídeo para uma determinada parte o texto modifica-se de forma sincronizada, dessa forma, apresenta-se a articulação entre os recursos.

Figura 1: Representação da articulação entre os recursos



Fonte – Autoria Própria

As estratégias de articulação entre os vários recursos utilizados para a construção do conhecimento são apresentadas no WebDocumento, sendo esse um sistema de autoria, que possibilita o acesso à recursos interativos desenvolvidos para trabalhar um mesmo conteúdo, o que contribui no desenvolvimento da aprendizagem, na medida em que faz uso de diferentes suportes de informação relacionados à um mesmo conteúdo.

O professor atua como pesquisador e editor, onde o mesmo irá planejar a aula, selecionar os recursos que serão utilizados, o tipo de aula que será proporcionado aos alunos (conceitual, prática, prática colaborativa, ...), seguindo modelos padrões, que auxiliarão na articulação dos recursos escolhidos, ou seja, irá editar o material seguindo a metodologia que quer trabalhar. Como pesquisador, o professor irá colaborar e argumentar sobre o WebDocumento. Enquanto o aluno será autônomo, acessando um ambiente, montado pelo professor e terá uma liberdade de interação, devido à integração dos recursos disponibilizados.

Metodologia

O desenvolvimento do suporte metodológico do WebDocumento em questão, utiliza-se da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2005) e segue a Elicitação de Requisitos (GOMES e WANDERLEY, 2003). Durante todo o desenvolvimento do WebDocumento, há como base os aspectos metodológicos da ESE (Engenharia de Softwares Educativos), onde essa tem como função a implementação do software, considerando a necessidade do projeto, do usuário, o tempo determinado, “um conjunto de características que devem ser alcançadas em um determinado grau para que o produto atenda às necessidades de seus usuários” (AMARAL e GUEDES, 2005). A pesquisa tem como sujeito, professores do ensino superior, responsáveis por ministrar disciplinas de desenho técnico, que engloba o conteúdo de perspectiva cônica.

Estrutura do WebDocumento

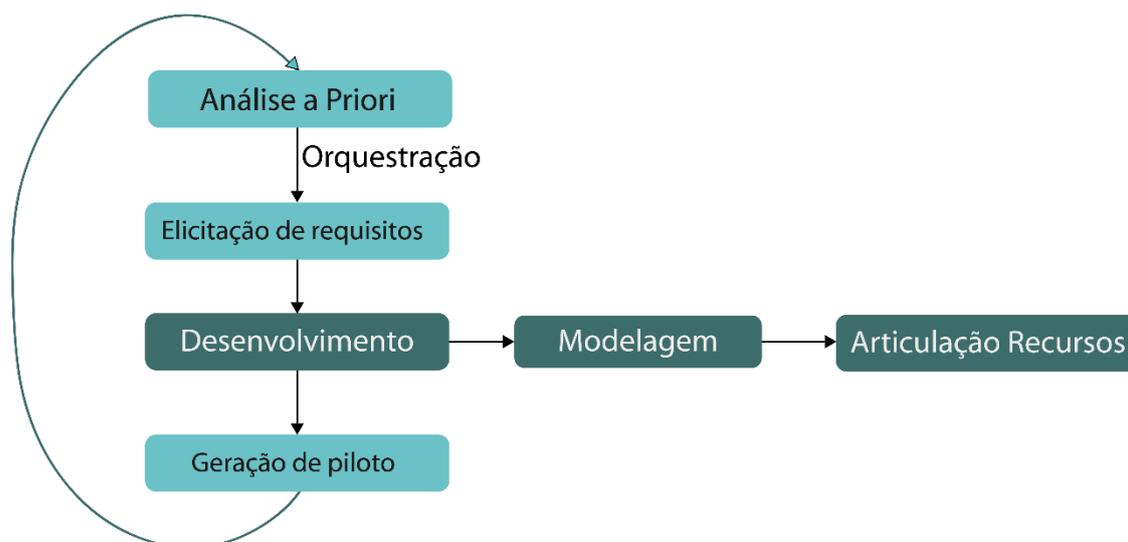
A metodologia desenvolvida leva em consideração a ideia apresentada por Tchounikine (2011), onde a ESE apresenta ciclos de desenvolvimento:

1. Análise a priori – Onde são elicitados os requisitos necessários para a produção do artefato em questão.
2. Elaboração – Implementação dos requisitos

3. Análise posteriori e avaliação – Revisão dos ciclos, experimentação, avaliação dos resultados relacionados aos objetivos.

Com base nos ciclos apresentados por Tchounikine (2011), configurou-se o esquema apresentado na Figura 2.

Figura 2: Esquema da elaboração do webdocumento



Fonte – Autoria Própria

A **Análise à priori** leva em consideração o conhecimento, o conteúdo a ser trabalhado, nessa fase levanta-se as informações do público alvo, da proposta didática e os objetivos à serem alcançados, nessa pesquisa temo como área de conhecimento a geometria e o conteúdo de perspectiva cônica, tendo como perfil de usuário os professores, pretendendo alcançar o objetivo de elaborar um WebDocumento que apresente a articulação entre os recursos e uma interface interativa que auxilie o professor na modelagem de um ambiente virtual.

Nessa fase serão realizadas entrevistas com professores do ensino superior responsáveis por ministrar disciplinas de desenho, que envolvem o conteúdo de perspectiva cônica, com intuito de apresentar dados sobre as dificuldades enfrentadas por eles durante o ensino e as dificuldades que são apresentadas pelos alunos no processo de aprendizagem, bem como deve-se fazer um levantamento sobre a noção dos professores referente à recursos, bem como quais os que eles julgam necessários para a aplicação do conhecimento em questão.

No processo de construção do WebDocumento, deve-se fazer a **elicitação dos requisitos** necessários para o desenvolvimento do mesmo:

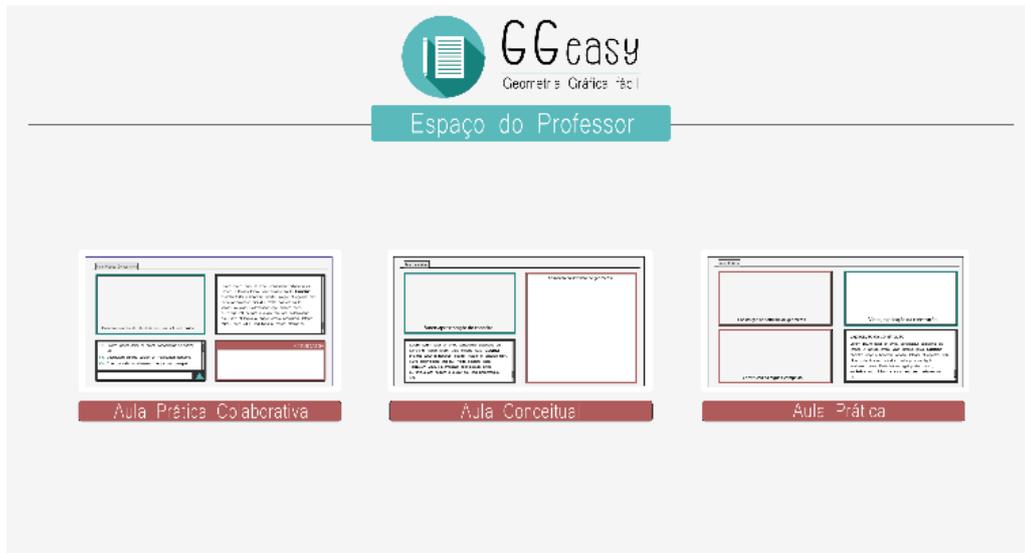
- Seleção dos recursos a serem utilizados;
- Elaboração de modelos de layouts padrões de base;
- Escolha da organização do ambiente;
- Determinar os papéis dos usuários (professor e aluno);
- Projetação do cenário;
- Aspectos das atividades à serem realizadas.

A teoria da **orquestração instrumental**, nessa pesquisa, norteia a organização sistemática e intencional dos recursos inseridos no WebDocumento e das ações desenvolvidas pelos usuários, com objetivo de apresentar uma situação e guiar os professores no processo de orquestração, seguindo a ideia de Trouche (2005). Tendo como foco também, a elaboração de cenário pré-definido, bem como do contexto. Visando os dois tipos de tratamento (tratamento do conhecimento e o tratamento estético), onde são questionadas as metodologias que são eficazes na abordagem do conteúdo no ambiente virtual, as ferramentas que auxiliam o aluno e outros tipos de organização que devem ser feitas nesse cenário, visando atender os requisitos levantados anteriormente.

Nessa pesquisa será desenvolvida uma concepção, realização e avaliação de suportes à elaboração (orquestração 1) e gerenciamento pelo professor (orquestração 2) de WebDocumentos baseados nos princípios da orquestração instrumental, tendo como especificidade o conteúdo de perspectiva cônica. A Orquestração 2 (refere-se à atuação dos professores que irão ministrar/planejar/avaliar as aulas realizadas no WebDocumento) atua internamente na orquestração 2 (refere-se ao desenvolvimento do WebDocumento voltado para o ensino da geometria).

No **desenvolvimento**, deve-se levar em questão os requisitos levantados e os aspectos pedagógicos (o tratamento do conhecimento), tecnológicos (os recursos disponíveis) e os estéticos (arquitetura do layout). O WebDocumento em desenvolvimento, apresenta a proposta de se desenvolver duas áreas: Espaço do professor e Espaço do aluno. Onde no seu espaço o professor, pode escolher entre 3 modelos base de aula: conceitual, prática e prática colaborativa (Figura 3). Após esse processo o mesmo poderá planejar sua aula, adicionando os artefatos específicos.

Figura 3: Exemplificação do espaço do professor



Fonte – Autoria Própria

No espaço do professor, serão registrados os rastros de sua micro-orquestração no WebDocumento, com o objetivo de compartilhamento com os demais professores que acessem a rede, podendo atuar de forma colaborativa no planejamento de suas aulas. Enquanto que no espaço dos alunos, serão registradas suas atividades no ambiente, para que o professor tenha retorno de suas produções e possa utilizar as participações dos alunos como forma de avaliação.

Na **modelagem** do WebDocumento há a aplicação da Orquestração Instrumental voltada para a cenarização, que auxiliará a arquitetar, organizar o processo seguindo metodologias e etapas, fazendo as articulações entre os artefatos existentes em um ambiente de aprendizagem, como defende Drijvers (2012). A cenarização comporta dois tipos de tratamento: tratamento do conhecimento (elementos semânticos: objetivo de publicação e domínio de conteúdo) e o tratamento da informação (existências técnicas: o design, estética e edição). A noção de orquestração aparece como um auxílio para o professor em ambientes tecnológicos, visando proporcionar a variedade de instrumentos, como defende Bellemain (2014).

No processo de modelagem, serão analisados os recursos existentes e que podem ser disponibilizados na web, bem como a necessidade da criação de novos recursos. Inicialmente, todos os recursos necessários serão voltados para o ensino de perspectiva cônica. Na **articulação dos recursos** tem como objetivo o desenvolvimento de uma

padronização das formas de articular os recursos, observando os obstáculos tecnológicos existentes.

Com a conclusão das fases anteriores, há a **geração de piloto**, a validação, visando à aplicação da estrutura metodológica desenvolvida. Nessa fase, fazendo ligação com a ESE de Tchounikine (2011), seria a análise posteriori, onde será analisado os resultados obtidos, observando se apresentam os requisitos levantados e se alcançaram os objetivos apresentados anteriormente. A validação, será de caráter teórico em conjunto com a análise dos professores responsáveis pelo conteúdo em questão, perspectiva cônica. A análise posteriori, irá levar em consideração as entrevistas realizadas com os professores, observando os resultados obtidos e as respostas apresentadas anteriormente.

O processo de construção do webdocumento em questão, visa o “Iterative Design Process”, sendo um desenvolvimento contínuo, em que após a validão na fase de geração de piloto, devem ser levantadas as problemáticas existentes, as necessidades que não foram atendidas, a visualização de novos requisitos e/ou objetivos que devem ser alcançados, voltando assim para o desenvolvimento da modelagem observando os novos requisitos elicitados. Fazendo as repetições necessárias das fases de construção do WebDocumento, com intuito de alcançar um instrumento educacional de qualidade.

Andamento da Pesquisa

A pesquisa está na fase da realização das entrevistas com os professores selecionados, que atuam na Universidade Federal de Pernambuco, todos de áreas de formação diferenciadas. Em paralelo segue a elicitación de requisitos, como por exemplo, realizou-se um estudo da cor, para determinar uma melhor “leitura” do ambiente, levando em consideração o aspecto estético e psicológico.

Figura 4: Apresentação do exemplo de layout do cenário de aula prática colaborativa



Fonte – Autoria Própria

Como serão apresentados um conjunto de recursos em um mesmo ambiente, há a necessidade de uma cor de fundo iluminada, pois em um campo visual que apresenta vários objetos, o observador foca na que tem mais interesse, desfocando os demais objetos, com a apresentação de uma maior iluminação, o esforço muscular será menor, na medida em que aumenta a profundidade do campo visual, como defende Guimarães (2000). Contudo, o fundo do WebDocumento em questão apresenta cor clara, enquanto os objetos apresentam cores em seu contorno.

Figura 5: Apresentação do layout do cenário de aula prática



Fonte – Autoria Própria

Também estão sendo levantados os aspectos tecnológicos que auxiliem na padronização da articulação entre os recursos. Em que serão utilizados inicialmente: vídeo, texto e animação 3D. Partindo em seguida para a integração com software de geometria dinâmica. Utilizando-se das marcações de texto HTML5 e CSS3, bem como da linguagem PHP.

Referências

ADLER, J. **Conceptualising resources as a theme for teacher education**. Journal of Mathematics Teacher Education vol. 3, pp 205–224, 2000.

_____. **Knowledge resources in and for school mathematics teaching**. Capítulo do livro: Mathematics Curriculum Material and Teacher Development: from text to 'lived' resources. Editors: G. Gueudet, B. Pepin & L. Trouche, 2011.

AMARAL, E., GUEDES, U. **Análise de construção de software educativo com qualidade: Sugestão de ficha para registro e avaliação de software educativo.** 2005. São Paulo. Disponível em: http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/hermes2@1905/2005/10.03.21.08/doc/Eliane_Amaral.pdf. Acesso em: 18/08/2016.

BELLEMAIN, F. **Analyse D’Environnements de geometrie dynamique collaboratuve du point de vue de L’Orchestration instrumental.** Nuances: estudos sobre educação, Presidente Prudente-SP, v. 25, n. 2, p. 18-38, mai/ago. 2014.

DRIJVERS, P.; GODINO, J.; FONT, V.; TROUCHE, L. One episode, two lenses. A reflective analysis of student learning with computer algebra from instrumental and onto-semiotic perspective. **Educ Stud Math.** July, 2012.

FERRARI, P. **Hipertexto, hipermídia:** as novas ferramentas da comunicação digital. Edição 2. Local: Contexto, 2014.

GOMES, A.; WANDERLEY, E. **Elicitando requisitos em projetos de Softwares Educativos.** Workshop em Informática na Educação (wie), UFPE. Pernambuco, 2003.

GUIMARÃES, L. **A cor como informação:** a construção biofísica, linguística e cultura da simbologia das cores. São Paulo. Annablume, 2000.

LEDO, R.; ULBRICHT, V. **A possibilidade de uso de hipervídeo em ambientes de hipermídia de geometria descritiva.** Graphica. Rio de Janeiro, 2011.

LUCENA, R; GITIRANA, V. **Recursos, mediações e representações:** Análise de uma sessão de tutoria de Geometria Analítica em uma Licenciatura a Distância. Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana, vol. 6, nº 3, 2015.

MUNASSAR, N; GOVARDHAN, A. **A Comparison Between Five Models Of Software Engineering.** International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, nº 5, Set/2010.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies:** une approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Colin. 1995.

SILVA, M. SANTOS, E. O desenho didático em educação online. **Revista Ibero-Americana de Educação (online).** v. 49, pp. 267-299, 2009.

SOUZA, M. **Uma sequência de ensino para o estudo da perspectiva cônica.** Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Bandeirante de São Paulo - UNIBAN: São Paulo – SP, 2010.

TCHOUNIKINE, P. **Computer Science and Educational Software Design:** A Resource for Multidisciplinary Work in Technology Enhanced Learning. Julho, 2011.

TROUCHE, L. Construction et conduit des instruments dans les apprentissages mathématiques: nécessité des orchestrations. **Recherches en Didactique des Mathématiques,** pp. 91-138. 2005.