



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Software

Um Componente de Hipervídeo Orientado a Anotações para Plataforma de Vídeos Interativos.

Autor: Áulus Carvalho Diniz
Orientador: Prof. Dr.: Ricardo Ramos Fragelli

Brasília, DF
2015



Áulus Carvalho Diniz

Um Componente de Hipervídeo Orientado a Anotações para Plataforma de Vídeos Interativos.

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Dr.: Ricardo Ramos Fragelli

Brasília, DF

2015

Áulus Carvalho Diniz

Um Componente de Hipervídeo Orientado a Anotações para Plataforma de Vídeos Interativos./ Áulus Carvalho Diniz. – Brasília, DF, 2015-
54 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr.: Ricardo Ramos Fragelli

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2015.

1. Sistemas de Hipermídia Adaptativa. 2. Vídeos interativos. I. Prof. Dr.: Ricardo Ramos Fragelli. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Um Componente de Hipervídeo Orientado a Anotações para Plataforma de Vídeos Interativos.

CDU 02:141:005.6

Áulus Carvalho Diniz

Um Componente de Hipervídeo Orientado a Anotações para Plataforma de Vídeos Interativos.

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 16 de Dezembro de 2015:

Prof. Dr.: Ricardo Ramos Fragelli
Orientador

Prof. Dr. Fábio Macedo Mendes
Convidado 1

Prof. Dr. Edson Alves da Costa Junior
Convidado 2

Brasília, DF
2015

*Dedico esse trabalho à todos os espíritos livres e rebeldes
pois estes são os que não se conformam com o status quo, e lutam pelo que realmente
acreditam.*

*Também dedico à vida, pois esta como condição de contorno lapida nossa existência para
uma forma de perfeito encaixe.*

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela maravilhosa oportunidade de viver nesse período peculiar do universo onde tudo floresce como primavera, pela sabedoria e forças nos momentos de fraqueza.

Agradeço aos meus pais Ana Sofia e Marco Antônio, pois sem eles não seria esta pessoa que me orgulho e então nada teria sentido.

Agradeço aos meus irmãos Allan e Yasmin que mesmo apartados pela distância física, acreditaram em mim e no meu sonho e me deram apoio para continuar esta jornada e ser um exemplo para eles quando precisarem de um espelho.

Agradeço ao meu mentor Ricardo Fragelli que sempre foi um referencial de ser humano para mim desde o início dessa jornada. Jamais vou esquecer os momentos compartilhados.

Agradeço aos meus grandes amigos Arthur, que se mostrou o amigo mais leal que já tive; Italo, com sua alegria contagiante, paixão pela vida e resiliência; Com certeza ainda teremos muitas histórias desta data em diante, pois o vínculo que criamos está além da dimensão temporal.

Agradeço também aos meus amigos Alícia, André (Kalavero), Bruno, Cabrito, Cecília, Célia, Dalila, Dani, Danrley, Igã, Ina, Kalil, Karyna, Loyd, Pedro Luis, Pedro Luna e todos os outros que não pude lembrar no momento de escrever este texto. Um forte abraço para cada.

Agradeço aos professores da banca pela disponibilidade em avaliar este trabalho, a UnB e as pessoas que constituem esta incrível instituição, pois foram estas pessoas que permitiram que a FGA existisse e eu pudesse estudar exatamente o que mais me intrigava desde criança, Software.

Resumo

Não é de hoje que as dificuldades relacionadas à aprendizagem são questionadas pelos profissionais da área. Diversos pesquisadores desenvolveram metodologias buscando reduzir estas dificuldades enfrentadas por alunos e professores, inclusive algumas bem-sucedidas. Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico tem agregado diversos elementos novos a esse contexto. A aplicação de jogos digitais educativos, ambientes de tutoria virtual, vídeos interativos e outros recursos advindos da evolução tecnológica no contexto educacional de forma adequada, tem se mostrado como forte aliado no momento de minimizar os problemas de aprendizado e também demonstra o interesse dos profissionais por esses tipos de soluções. Porém, o número de ferramentas disponíveis com o intuito de auxiliar na produção e utilização desses tipos de materiais é de difícil adaptação e em geral são limitadas pelos recursos oferecidos pelos desenvolvedores. Nesse contexto, este trabalho é proposto um componente web que agregue características de hipermídias a vídeos, tornando-os em hipervídeos, facilitando tanto a produção de conteúdo interativo quanto a reprodução, visando manter um grau relativamente baixo de complexidade com relação à necessidade de adaptação das funcionalidades e evolução do sistema. Através deste trabalho pode-se concluir que a construção de um componente de hipervídeo para web que atenda as características propostas é possível.

Palavras-chaves: teorias de aprendizagem. aprendizagem multimídia. sistemas de hipermídia adaptativa. componente orientado a anotações. engenharia de software.

Abstract

It's not modern that difficulties related to learning are questioned by professionals. Several researchers have developed methodologies seeking to reduce these difficulties faced by students and teachers, including some successful. On the other hand, technological development has added several new elements to this context. The application of educational digital games, virtual tutoring environments, interactive videos and other resources coming from technological developments at the educational context in a properly way, has proven to be a strong ally at the time to minimize the learning problems and also demonstrates the professional interest for these types of solutions. But the number of tools available in order to assist the production and use of these types of materials is reduced, difficult to adapt and are usually limited by the resources offered by developers. Therefore in this work we propose a web component that adds features of hypermedia to videos, making them into hypervideos, facilitating both the generation of interactive content and playback, aiming to maintain a relatively low degree of complexity regarding the need to adapt the features and evolution of the system. Through this study it can be concluded that the construction of a hypervideo web component that meets the characteristics proposed is possible.

Key-words: learning theories. multimedia learning. adaptive hypermedia systems. component annotation-based. software engineering.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Teoria cognitiva para a aprendizagem multimídia	28
Figura 2 – Representação de um hipervídeo orientado à anotações.	32
Figura 3 – Representação do processo scrum.	35
Figura 4 – Model - View - Controller.	36
Figura 5 – Representação da arquitetura cliente-servidor do <i>Meteor</i>	40
Figura 6 – Tela de apresentação do hypervídeos.	40
Figura 7 – Tela de construção de material do hypervídeos.	41
Figura 8 – Componente de construção de hipervídeo.	42
Figura 9 – Componente mostrando a tela de edição ativa de anotações.	42
Figura 10 – Arquitetura planejada para integração com Hypervídeos.	44
Figura 11 – Arquitetura da prova de conceito realizada.	44

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tempo para implementação de funcionalidades.	48
Tabela 2 – Planejamento das <i>Sprints</i>	49
Tabela 3 – Planejamento do cronograma do TCC 2.	49

Sumário

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Contextualização	19
1.2	Problema de Pesquisa	20
1.3	Justificativa	20
1.4	Objetivos	21
1.4.1	Objetivo Geral	21
1.4.2	Objetivos Específicos	21
1.5	Metodologia	21
1.6	Organização do Trabalho	22
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	23
2.1	Teorias de Aprendizagem	23
2.1.1	Behaviorismo	23
2.1.2	Cognitivismo	24
2.2	Sistemas de Hipermídia Adaptativa	26
2.2.1	Espaços de Adaptação	26
2.3	Aprendizagem Multimídia	27
2.3.1	Vídeos interativos	29
2.4	Hipervídeos	30
2.4.1	Principais características e componentes de sistemas de hipervídeos	30
2.4.2	Hipervídeos orientado à anotações	32
2.5	Engenharia de Software	33
2.5.1	Metodologia Ágil	34
2.5.2	Arquitetura de Software	35
2.5.3	Reutilização de Software	36
3	COMPONENTE DE HIPERVIDEO ORIENTADO A ANOTAÇÕES	39
3.1	Sistema de Vídeos Interativos	39
3.2	Módulo de Criação de Anotações	41
3.3	Módulo de Visualização de Hipervídeos	43
3.4	Integração com a plataforma Hipervídeos	44
4	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	47
4.1	Planejamento do desenvolvimento	47
	Referências	51

1 Introdução

Este capítulo apresenta a contextualização, o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos, a metodologia de pesquisa utilizada e a organização deste trabalho com o objetivo de situar o leitor sobre o desenvolvimento.

1.1 Contextualização

Uma parcela considerável de alunos obtém desempenho inferior ao desejado nos cursos de exatas, principalmente os cursos que exigem alta carga de conhecimentos matemáticos como matemática, física e engenharia. Quando os cursos de engenharia são tomados como exemplo, é possível verificar um alto índice de reprovação nas disciplinas de tronco comum além de uma alta taxa de evasão anual que fica em torno de 20% (FRAGELLI et al., 2012b).

Esses índices decorrem de vários fatores, como uma preparação fraca durante o ensino médio, visão sobre o mercado profissional, características particulares das instituições de ensino, entre outros. Atualmente os educadores buscam diversas abordagens para tentar sanar esses problemas relacionados à aprendizagem, trazendo elementos que facilitem este processo e motivem os estudantes (FRAGELLI et al., 2012a).

Um exemplo é a utilização de recursos de vídeo, o que não é novidade quando se fala em educação, alguns professores aplicam como ferramenta para complementar e motivar o aprendizado. Um estudo realizado por Vicentini e Domingues em 2008 indicou que aproximadamente 84% dos professores utilizam vídeos ao ministrar aulas, estes índices evidenciam um interesse por parte desses profissionais, porém, apenas 17% desses professores dão prioridade a este recurso. O uso de vídeos também é popular na modalidade de ensino a distância (EAD) (VICENTINI; DOMINGUES, 2008).

Também podem ser citados outros exemplos de abordagens utilizadas para reduzir as barreiras do processo de aprendizagem, como a aplicação de aulas interativas, uso de jogos educativos, e metodologias de ensino (FRAGELLI; MENDES, 2012; FRAGELLI; MENDES, 2011; FRAGELLI et al., 2012a).

Este tipo de abordagem é relativamente recente e vem se tornando mais popular a medida que mais professores fazem aplicação prática. O número crescente de professores adeptos a essas tecnologias também é devido as novas possibilidades que hipermídias, câmeras portáteis, vídeos online e outras propiciaram.

Vicentini e Domingues (2008) mostraram em seu estudo que 40% dos professores

que lançam mão de vídeos como material didático acessam canais como *Youtube* ¹ ou semelhantes. Isso torna proeminente a necessidade de materiais compartilhados e as vezes com recursos extra, como links para outros materiais, comentários sobre trechos do vídeo ou tradução por meio de legendas (VICENTINI; DOMINGUES, 2008).

Surgiu assim a motivação para a realização deste trabalho que propõe galgar um passo além nessa jornada para meios de aprendizagem mais eficientes do ponto de vista de alunos e professores. No trabalho é proposto implementar um componente para sistemas *web* que permita aos professores criar conteúdo audiovisual interativo de forma simples e com possibilidade de expansão de funcionalidades, para aqueles mais técnicos. Para tal, foi pensado em um componente que integrasse uma plataforma adaptativa de vídeos interativos, que tem como foco a área do ensino e permitindo que professores aproveitem os espaços de compartilhamento de material em conjunto com elementos chamados hipervídeos.

1.2 Problema de Pesquisa

Com base no contexto apresentado, este trabalho pretende verificar se a construção de um componente web de hipervídeo orientado a anotações voltado para o ensino é factível.

1.3 Justificativa

A cada dia as pessoas ficam mais imersas em informações por meio da tecnologia. As tecnologias da informação e comunicação (TIC) estão se tornando cada vez mais interativas e parte integrante do cotidiano, contudo esse efeito não acompanha ao mesmo passo todas as áreas importantes da vida das pessoas, como a educação.

Não há dúvidas que o uso adequado de recursos multimídia com foco na aprendizagem aumenta o desempenho médio dos alunos. Isso se deve à flexibilidade criada pela introdução do meio digital neste contexto cria, permitindo uma experiência de aprendizagem mais rica, que melhor se relaciona com o cognitivo do aluno (MORENO; MAYER, 2000; ZHANG, 2005).

Ainda há uma grande defasagem com relação à aplicação dessas tecnologias na área da aprendizagem. No geral, para que professores apliquem de forma adequada as TICs é requerido um nível técnico alto para elaborar ferramentas que suportem a criação desses conteúdos de modo que o objeto de aprendizagem se adapte aos estudantes, o que limita severamente o desenvolvimento.

¹ Site de compartilhamento de vídeos com recursos multimídia da Google Inc., pode ser acessado em www.youtube.com

Existe uma discrepância grande quando se compara a utilização dessas tecnologias para o entretenimento em relação ao uso para educação. Pretende-se fomentar a criação de conteúdo educacional baseado em hipervídeos assim como já acontece no âmbito do entretenimento.

Essa justificativa é válida pois muitos dos sistemas de hipervídeos existentes não possuem foco educativo, além de contar com soluções técnicas de difícil manutenção e evolução (SADALLAH; AUBERT; PRIÉ, 2012).

1.4 Objetivos

Esta seção apresenta o objetivo geral da pesquisa e cada um dos objetivos específicos que precisam ser atingidos para alcançar a completude do trabalho.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a construção de um componente *web* de hipervídeo orientado a anotações, multipedagógico, passível de evolução por meio de *plug-ins* de componentes de anotação e integração com uma plataforma de vídeos interativos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Construção do módulo expansível de criação de anotações.
- Construção do módulo de reprodução de hipervídeos.
- Integração com plataforma de vídeos interativos.

1.5 Metodologia

Em alinhamento com os objetivos declarados, foi utilizado o método de pesquisa exploratória visando compreender melhor as linhas de pesquisa que serviram como aporte teórico para a modelagem do domínio de conhecimento. A primeira linha de pesquisa que recebeu enfoque foi a de teorias de aprendizagem, destacando as teorias de Skinner e Ausubel. Em seguida foi realizado um estudo sobre as teorias de sistemas de hipermídias adaptativas e aprendizagem multimídia. Por ultimo foi realizado um levantamento sobre as pesquisas e teorias de hipervídeos com ênfase nos métodos atuais de aplicação dessa tecnologia e tópicos relevantes de engenharia de *software* que se aplicam a este trabalho.

O processo de desenvolvimento do trabalho foi baseado em metodologias ágeis visando trazer o maior valor ao produto por unidade de tempo. Para aplicar os métodos ágeis, algumas práticas do *Scrum* foram adotadas. Com relação ao desenvolvimento do

sistema, foi utilizado o padrão arquitetural MVC, levando em consideração também que será lançado mão de recursos de reutilização de *software* para permitir uma flexibilidade na evolução do componente.

No primeiro momento, buscou-se compreender melhor o problema através da identificação de trabalhos científicos que pudesse esclarecer as causas, medidas tomadas e resultados, quais tecnologias foram empregadas nas tentativas de sanar o problema, para que então fosse possível determinar qual seria a abordagem deste trabalho.

Após a fase inicial, foi definido o escopo do trabalho com base nas necessidades apontadas e no recurso de tempo disponível para a execução. Foram estudadas e definidas as tecnologias que foram empregadas neste trabalho.

Para validação da proposta, foi determinada uma plataforma onde o componente foi integrado, ao passo que acontecia o refinamento e documentação do trabalho desenvolvido, convergindo na elaboração deste TCC.

1.6 Organização do Trabalho

Este trabalho está dividido em quatro capítulos, sendo este de introdução o primeiro que traz a contextualização, problema de pesquisa, justificativa, objetivos, metodologia e organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico utilizado e contém uma seção para explicar sobre as teorias de aprendizagem, sistemas de hipermídia adaptativa, aprendizagem multimídia, hipervídeos e engenharia de software.

O capítulo 3 contém os resultados da pesquisa, apresentando de que modo o sistema foi idealizado e como foi construído, apresenta uma seção para explicar sobre a plataforma que serve de aporte para o componente de hipervídeo, o módulo de criação de anotações, módulo de reprodução de hipervídeos e como foi realizada a integração com a plataforma.

No capítulo 4 foram apresentadas as considerações parciais do trabalho, proposta futura e cronograma para TCC 2.

2 Referencial Teórico

Neste capítulo serão abordados os temas relevantes para a compreensão teórica do trabalho proposto. O capítulo foi dividido em cinco seções, Teorias de Aprendizagem, Sistemas de Hipermedia Adaptativa, Aprendizagem Multimídia, Hipervídeos e Engenharia de Software.

2.1 Teorias de Aprendizagem

A compreensão das teorias de aprendizagem é essencial para todo profissional da área de ensino e aprendizagem e, no âmbito deste trabalho, a teoria Cognitivista serviu como aporte teórico para modelagem e definição da arquitetura do componente de hipervídeo orientado a anotações. Inicialmente as teorias de aprendizagem serão abordadas de modo geral, buscando profundidade principalmente no Behaviorismo de Skinner e no Cognitivismo de Ausubel.

Teoria de aprendizagem consiste em uma forma sistemática de interpretar, organizar e realizar previsões sobre os conhecimentos relacionados à aprendizagem ([MOREIRA, 1999](#)). Hill apresenta uma visão sobre as abordagens relacionadas à aprendizagem e quais variáveis são academicamente relevantes ([HILL, 2002](#)).

A definição de teorias de aprendizagem está relacionada ao conceito de aprendizagem, que por sua vez é representado pelos pesquisadores da área tanto como a aquisição de informações ou habilidades, quanto como a mudança de comportamento por meio da experiência. Para melhor compreensão alguns pesquisadores cunham termos como aprendizagem significativa ou aprendizagem por descoberta ([FRAGELLI, 2010](#)).

2.1.1 Behaviorismo

As teorias behavioristas são essencialmente relacionadas aos comportamentos observáveis e mensuráveis do indivíduos. Teorias comportamentalistas, como também podem ser chamadas, tem como ideia fundamental a utilização de estímulos e respostas.

O Behaviorismo de John B. Watson rejeita a ideia que exista algo além do mundo físico, se opondo a psicologia da época que se inclinava à estudar o que as pessoas sentiam e pensavam. Ao Behaviorismo concerne estudar o que as pessoas faziam e que podia ser observado ([MOREIRA, 1999](#)).

Durante a primeira metade do século XX alguns pesquisadores contribuíram para o campo do behaviorismo, porém, por volta de 1950 que acontece uma larga aceitação da

teoria por parte das escolas norte-americanas. Essa aceitação é devida à Skinner (1960) que diferencia sua pesquisa pelo contexto histórico e radicalismo. O behaviorismo de Skinner ficou conhecido como "behaviorismo radical" (FRAGELLI, 2010; SILVA, 2005).

De acordo com o behaviorismo radical, apenas o que importa são as variáveis de entradas e saídas, estímulos e respostas. As principais variáveis de entrada são o estímulo, o reforço e as contingências do reforço; e a variável de saída é o comportamento, podendo ser subdividido em operante e respondente.

No Behaviorismo de Skinner, o estímulo é um evento que afeta os sentidos do aluno, o reforço é o evento que aumenta a chance de ocorrência do evento que o precedeu (estímulo), já as contingências do reforço é o ajuste de uma situação para que a ocorrência de uma resposta leve ao reforço.

Skinner acredita que o papel do professor está muito mais relacionado às contingências de reforço que ao par estímulo-resposta, ou seja, é necessário que o professor elabore um planejamento adequado visando que o aprendiz tenha maior probabilidade de mostrar o comportamento desejado. Skinner explorou vários fenômenos que podem ser aplicados ao processo educacional, como por exemplo a modelagem e o esmaecimento.

Modelagem, também conhecido como método das aproximações sucessivas, consiste no reforço de várias respostas intermediárias que servem como uma ponte para o comportamento desejado. Já no esmaecimento, são utilizados diferentes estímulos em conjunto com o que se deseja alcançar e tais estímulos são esmaecidos até que sobre apenas o desejável.

Outro exemplo relevante de abordagem de ensino skinneriana é o Método Keller onde são apresentadas aulas teóricas e demonstrações como elementos motivacionais, valoriza o poder da palavra escrita e utiliza alunos como monitores dando ênfase à relação interpessoal no processo educacional. O Método Keller inclui elementos do método de instruções programadas, no qual a informação é apresentada em um grande número de pequenas e fáceis etapas. Esse também requer participação ativa e conhecimento de todas as etapas, considera que o aluno aprende melhor quanto antes verifica sua resposta e respeita o ritmo individual do aprendiz.

2.1.2 Cognitivismo

A cognição descreve a aquisição, armazenamento, transformação e aplicação do conhecimento. A abordagem cognitiva é uma lente teórica que enfatiza os processos mentais e conhecimentos que um indivíduo possui (MATLIN, 2004).

O Cognitivismo tem como objetivo estudar os processos mentais superiores, como por exemplo a compreensão, percepção, atenção, memória, linguagem, tomada de decisão entre outros processos intelectuais (MOREIRA, 1999). Segundo Robins *et al.* (1999), ao

final dos anos 60 a linha de pesquisa behaviorista perdeu apoio enquanto o cognitivismo recebeu um impulso nas publicações, em parte devido ao fato que o behaviorismo não se propunha explicar a complexidade do comportamento humano, se limitando a utilizar estímulos e respostas (ROBINS; GOSLING; CRAIK, 1999; FRAGELLI, 2010).

As teorias de aprendizagem cognitivistas primordiais foram as de Hebb, da Gestalt, de Tolman e de Lewi, seguidos pelas teorias de Piaget e Ausubel entre outros. O conceito de aprendizagem significativa é o elemento central da teoria de Ausubel.

Para Ausubel (2000), o principal fator da aprendizagem está nos conceitos já adquiridos pelo aprendiz, então para que novos conceitos sejam aprendidos e retidos na estrutura cognitiva do aprendiz é necessário que os conceitos prévios se relacionem com os novos.

Esse processo de interação entre uma nova informação e um aspecto relevante da estrutura cognitiva do sujeito é denominado aprendizagem significativa. O conceito prévio inserido na estrutura cognitiva do sujeito é chamado de conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor. Dessa forma a organização das informações no cérebro acontece de forma hierárquica do conceito mais genérico ao mais específico (AUSUBEL, 2000).

Quando ocorre aprendizagem significativa o conceito subsunçor é modificado e se torna mais desenvolvido e inclusivo. Porém quando não há aprendizagem significativa com frequência através de um determinado subsunçor, este se torna limitado e pouco desenvolvido. De outro modo, se novas informações são aprendidas sem interagir com nenhum subsunçor, ocorre aprendizagem mecânica ou automática.

A aprendizagem significativa necessita de conceitos subsunçores para acontecer, então em um momento inicial é preciso que aconteça aprendizagem mecânica, pois essa independe de conceitos prévios. Então o ponto de partida para aprendizagem significativa é a aprendizagem mecânica, que com o desenvolvimento da estrutura cognitiva e dos próprios conceitos aumenta a interação com conceitos prévios. Após essa fase onde o aprendizado mecânico é mais intenso, os novos conceitos são aprendidos através da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos conceitos (AUSUBEL, 2000; FRAGELLI, 2010).

Ausubel explica que é mais fácil um aluno aprender significativamente conceitos mais generalistas e então captar conceitos mais específicos como uma diferenciação do todo, do que captar conceitos menos inclusivos para alcançar o todo. Por outro lado, a reconciliação integrativa é a exploração de similaridades e diferenças entre ideias para assimilação de uma nova informação. Os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa podem ser utilizados em conjunto com organizadores prévios (FRAGELLI, 2010).

Os organizadores prévios são materiais apresentados antes do conteúdo de inte-

resse, e em geral possuem um alto nível de abstração e inclusividade. Os organizadores prévios tem objetivo de servir como ponte cognitiva entre o que o aprendiz conhece e o que se deseja que aprenda, motivando em aprender significativamente o conteúdo (AUSUBEL, 2000; TAVARES, 2010).

2.2 Sistemas de Hipermedia Adaptativa

Segundo Brusilovsky (1996), hipermedia adaptativa (HA) é a área da ciência da computação que estuda e desenvolve sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hipertextos e hipermedias às expectativas, necessidades, preferências e desejos dos usuários (DINIZ; FRAGELLI, 2011; DINIZ et al., 2012).

Sistemas de hipermedia adaptativa (SHA) são sistemas de hipertextos e hipermedias que englobam a exploração e desenvolvimento de arquiteturas, métodos e técnicas a fim de prover adaptação do conteúdo e navegação baseado no perfil do usuário. Esses sistemas tem como objetivo aumentar a funcionalidade das hipermedias através da adequação do conteúdo com base em um modelo de objetivos, preferências e conhecimentos de modo mais pessoal para o indivíduo (BRUSILOVSKY, 1996; FRAGELLI, 2010).

Os SHA's podem ser aplicados em diversas áreas como ferramenta para personalizar o conteúdo de interesse. Levando em conta que os objetivos pessoais dos usuários podem ser diferentes, e que hipertextos são compostos por informações locais e nós de informação, Brusilovsky então propõe que existam os espaços de adaptação de conteúdo e navegação (BRUSILOVSKY, 1996).

2.2.1 Espaços de Adaptação

Os métodos de adaptação de conteúdo ou apresentação adaptativa, como podem ser referidos, em geral visam a adaptação do conteúdo que será apresentado para o usuário, ou estudante, como é feito no âmbito deste trabalho. Logo algumas informações podem ser suprimidas ao passo que outras podem ser reveladas como explicações, dependendo do grau de desenvolvimento do estudante (BRUSILOVSKY, 1996; FRAGELLI, 2010; DINIZ et al., 2012).

A Explicação Adicional (EA) é o método de adaptação de conteúdo mais popularmente utilizado. Consiste na ocultação de parte da informação sobre um determinado conceito que não é relevante ao aprendiz. Outros métodos bastante utilizados são os de Explicação Requerida (ER), Explicação Comparativa (EC), Explicação Variante (EV) e Classificação de Fragmentos (CF) (BRUSILOVSKY, 1996; FRAGELLI, 2010).

O método de Explicação Requerida está fundamentada na ordenação dos conceitos, onde a informação que é apresentada, a priori, é pré-requisito da posterior. Então, se um

determinado conceito é apresentado para o usuário, o sistema deve inserir uma explicação de todos os conceitos prévios para que o novo conceito seja mais relevante.

O método da Explicação Comparativa explora as similaridades entre conceitos. Quando o aluno se depara com um novo conceito e existe outro semelhante, o sistema faz a apresentação de maneira que o estudante possa perceber de forma mais clara a diferença entre os dois levando a uma melhor aprendizagem. Esse método alude à teoria de diferenciações progressivas de Ausubel, a qual explica que o aluno aprende melhor o todo através da compreensão e comparação das partes (BRUSILOVSKY; EKLUND, 1998; AUSUBEL, 2000).

O método de Explicação Variante se baseia no fato de que pessoas necessitam de conteúdos diferenciados sobre o mesmo conceito, não bastando apenas a ocultação ou encadeamento de outras informações, como nos métodos anteriores. Assim, vários estilos de explicações podem ser incorporados ao mesmo material, a fim de que o sistema determine qual a explicação se adequa ao perfil do aluno em questão, aumentando as chances de aprendizagem.

O método de CF determina que os fragmentos de informações sobre um conceito sejam ordenados, de modo que o conteúdo mais relevantes é apresentado em destaque. A partir disso, técnicas como Texto Condicional (TC), que consiste na associação de cada fragmento à uma condição relacionada ao nível de desenvolvimento do aluno, podem ser aplicadas (BRUSILOVSKY, 1996).

Apesar da teoria de SHA ser principalmente voltada para a utilização em hiperdocumentos (BRUSILOVSKY; EKLUND, 1998), também pode ser utilizada sem grandes problemas em sistemas orientados a vídeos, já que alguns desses sistemas integram características de hipermídias (AUBERT; PRIÉ, 2005).

A adaptação de navegação visa auxiliar o usuário na decisão de qual caminho tomar, uma vez imerso na rede de hipermídias, para alcançar os objetivos preestabelecidos. Essa adaptação acontece através da seleção de como e quais links para outros nodos serão apresentados ao usuário levando em consideração o perfil de usuário utilizado pelo sistema (BRUSILOVSKY, 1996).

2.3 Aprendizagem Multimídia

A teoria de aprendizagem multimídia de Mayer (2001) tem por bases a teoria de codificação dupla, teoria de carga cognitiva e teoria de aprendizado construtivista. A teoria de aprendizagem multimídia adota os seguintes pressupostos: A memória de trabalho ¹ inclui de forma independente informações visuais e auditivas (BADDELEY,

¹ Nos trabalhos de Mayer ele se refere a memória de trabalho como *working memory*

1986); cada memória de trabalho tem capacidade limitada (CHANDLER; SWELLER, 1992); humanos tem sistemas separados para representar informações verbais e não-verbais (PAIVIO, 1986); aprendizagem significativa acontece quando o aprendiz absorve informações relevantes por cada canal (auditivo e visual), organiza as informações de forma coerente e então relaciona ambas. Esses princípios são representados no modelo da figura 1 (MORENO; MAYER, 2000).

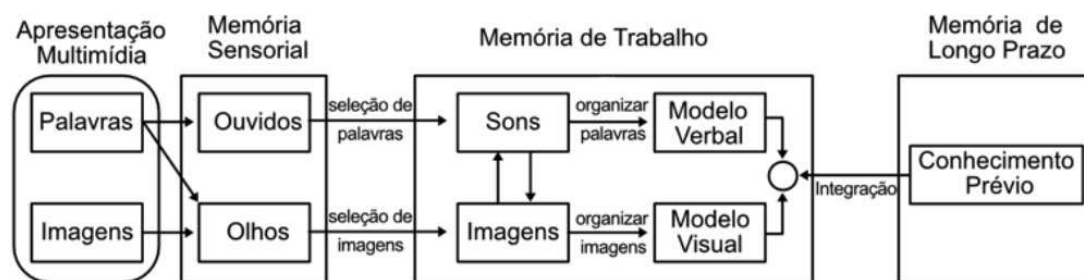


Figura 1 – Teoria cognitiva para a aprendizagem multimídia

Fonte: (MAYER; CHANDLER, 2001)

Portanto, para o desenvolvimento deste trabalho foram eleitos princípios consolidados pela teoria com o intuito de guiar a modelagem do sistema. Princípios os quais: modalidade, redundância, diferenças individuais, segmentação e pré-treino (CLARK; MAYER, 2011; MAYER; CHANDLER, 2001; MORENO; MAYER, 2000).

O princípio da modalidade indica que a aprendizagem é mais efetiva quando são utilizados recursos de vídeo e narração ao invés de vídeo e texto, isso se deve à forma que a memória de trabalho atua. Quando são apresentadas informações utilizando canais distintos, como visual e auditivo, a memória de trabalho possui melhor desempenho, pois não necessita manter as informações da mesma forma (MAYER; CHANDLER, 2001).

O princípio da redundância complementa o anterior afirmando que: O estudante aprende melhor com uso conjugado de recursos de vídeo e narração do que recursos de vídeo, texto e narração, se a informação visual for apresentada simultaneamente à narração. Porém, uma vez que as informações, visuais ou narrativas, são apresentadas de forma sequencial, em geral a redundância leva à um melhor aproveitamento do que quando não existe a redundância (MORENO; MAYER, 2000).

O princípio das diferenças individuais afirma que a modelagem do material multimídia impacta muito mais no desempenho de estudantes de níveis inferiores do que no desempenho de estudantes mais avançados (MAYER; CHANDLER, 2001). Com base nesse princípio pode-se concluir que o material educativo deve ser direcionado aos alunos de menores níveis.

O princípio da segmentação diz que ao dividir o conteúdo multimídia em partes menores a complexidade do material é relativamente menor, logo mais fácil de ser assimilada pelo aprendiz do que em um único material monolítico. A melhor assimilação do

material é devido ao ajuste entre o fluxo de informação apresentada e o fluxo de informação absorvida pelo aluno (MAYER; CHANDLER, 2001; MORENO; MAYER, 2000).

O princípio do pré-treino determina que existe maior probabilidade de ocorrer aprendizagem significativa se o aluno conhecer os conceitos e tópicos antes da apresentação do material educativo (MAYER; CHANDLER, 2001; MORENO; MAYER, 2000).

2.3.1 Vídeos interativos

Vídeos interativos é um tema que está sendo pesquisado a mais de 30 anos e revela características promissoras desde os estudos iniciais, como por exemplo Gaudreau *et al.* (1984) que realizou um estudo onde o objetivo era a construção de um *Video Interactive Learning System* (VILS) na qual utilizou um vídeo cassete e um monitor para tal feito (GAUDREAU; CHAN, 1984).

Um estudo conduzido por Zhang (2005) mostrou que os estudantes que utilizaram o sistema proposto superaram o desempenho dos estudantes que obtiveram aulas tradicionais. O sistema se tratava de um ambiente de aprendizagem virtual, onde o aluno tinha acesso a diversos tipos de mídias como slides, vídeos e animações. Zhang diz que o melhor desempenho do grupo que utilizou o sistema é possivelmente causado pela oportunidade de poder sempre questionar quando não compreendeu o que era ensinado ou repetir o vídeo quantas vezes fosse necessário, o que normalmente não ocorre em aulas tradicionais, evidenciando a necessidade do aluno em adequar o ritmo em que as informações são apresentadas para evitar sobre carga cognitiva. O mesmo pode ser verificado em outros estudos mais recentes que mostram que quando o aprendiz controla o fluxo de informações o processo de aquisição de conhecimento pode ser mais rápido (SCHWAN; RIEMPP, 2004; MAYER; CHANDLER, 2001; ZHANG, 2005).

Assim, a concepção do vídeo interativo está fortemente ligada ao processo cognitivo do aprendiz, pois dependendo da decisão tomada pelo aluno a cada ponto pode resultar em uma aprendizagem significativa ou em falha (MORENO; MAYER, 2000). Vídeos interativos são compostos por fragmentos de vídeos conectados, acessados através de uma estrutura de decisão, existindo dois modelos para a implementação: o modelo hipermidiático e o multimidiático (WETZEL; RADTKE; STERN, 1994).

O modelo hipermidiático busca integrar elementos de hipertexto e hipermídias para o contexto dos vídeos interativos. Segundo esse modelo, as ligações contidas nos vídeos interativos devem estar relacionadas temporalmente e até espacialmente aos conceitos de ancoragem. Por exemplo, no caso de um vídeo que apresente conteúdo sobre teorias de aprendizagem, links sobre behaviorismo e cognitivismo devem aparecer possibilitando ao aluno adquirir a informação necessária no momento em que é apresentada, seja no mesmo vídeo ou em outro vídeo disponível (WETZEL; RADTKE; STERN, 1994).

A priori este modelo pode parecer adequado, entretanto estudos atuais revelaram falhas que comprometiam a aprendizagem, pois acarretavam em sobrecarga cognitiva e atenção dividida, já que os alunos precisavam avaliar e escolher elementos que apareciam na tela e processar as informações extra (ZHANG, 2005; MORENO; MAYER, 2000).

Os princípios explorados por Mayer (2001) são heurísticas que se adequam ao modelo multimidiático e se mostram como boas soluções para problemas de sobrecarga cognitiva, atenção dividida entre outros explorados pelo pesquisador. Como exemplo de aplicação dessas heurísticas, pode-se citar: o agrupamento da informação visual e texto de forma espacial e temporalmente sincronizados quando necessário; o agrupamento de links para conteúdos possivelmente interessantes para o estudante ao final do vídeo; a priorização da fala ao expor o conteúdo; e apresentação geral do conteúdo antes de ser ministrado (MAYER; CHANDLER, 2001).

2.4 Hipervídeos

Hipervídeos são vídeos interativos que agregam características de hipermídias ou hiperdocumentos. Porém isto ainda é uma definição muito genérica do que são hipervídeos e existem algumas outras (CHAMBEL; ZAHN; FINKE, 2004). Aubert *et al.* (2005) enfatiza os benefícios de utilizar meta-dados de forma extrínseca ao documento audiovisual (DAV), por razões como por exemplo problemas na difusão do DAV por questões de licenças, ou ainda a possibilidade de diferentes pessoas poderem contribuir ou gerar novas informações de análise (metadados) sobre o DAV.

O potencial de aplicação de hipervídeos é vasto. Pesquisadores buscam integrar essa ferramenta em contextos como de filmes e documentários interativos, marketing, leitura de vídeo ativa e aprendizagem. Em filmes e documentários interativos, é possível ao espectador navegar pelos cenários, ou tomar outro caminho para a narrativa, aumentando assim a possibilidade do interessado encontrar um meio de assimilar melhor as informações apresentadas (MOZILLA, 2012; SAWHNEY; BALCOM; SMITH, 1996; LIPPMAN, 1980; SHIPMAN; GIRGENSOHN; WILCOX, 2003). De modo semelhante pode ser utilizado no marketing para demonstrar o uso de produtos e obter informações extras. Na área da aprendizagem pode ser utilizado como uma forma de prover ambientes de aprendizado rico, no sentido de oferecer animações e facilitar a aprendizagem reflexiva e flexibilidade cognitiva (ZHAN; BARQUERO; SCHWAN, 2004; SHIPMAN; GIRGENSOHN; WILCOX, 2003).

2.4.1 Principais características e componentes de sistemas de hipervídeos

Sadallah *et al.* (2012) destaca as principais características de sistemas de hipervídeos encontrados em sua pesquisa, sendo essas: interatividade, não-linearidade e enrique-

cimentos.

A interatividade dos hipervídeos está fundamentada na integração de espaços de hipermídias a vídeos, criando novas formas de interação e navegação de conteúdo através do espaço e do tempo, definidas na estrutura de hipermídias. A integração da estrutura de hipermídia possibilita que o usuário do sistema navegue de forma facilitada entre tópicos interessantes do próprio vídeo, ou até mesmo entre outros vídeos, além da visualização estruturada dos conteúdos.

Esse conceito pode ser melhor compreendido quando observa-se sistemas genéricos como o de anotações do Youtube, onde é possível relacionar vídeos em profundidade, ou HotVideo, que generaliza o conceito de hiperlinks para textos e imagens, permitindo a ligação entre o vídeo digital e outros tipos de mídias (SADALLAH; AUBERT; PRIÉ, 2012; FINKE, 2004; FAGÁ *et al.*, 2010).

A não-linearidade está relacionada ao alto grau de flexibilidade que os hipervídeos agregam ao compor documentos baseados em vídeo, estimulando a percepção do conhecimento ao promover uma leitura ativa que reflete no engajamento da audiência. Essa característica pode ser explorada através de montagens, inter-conexões e exibição sincronizada de vídeos diferentes (SADALLAH; AUBERT; PRIÉ, 2012).

O enriquecimento do vídeo inserido no hipervídeo pode ser feito de maneira externa, como por exemplo, pode ser apresentada uma tabela dos conteúdos que serão abordados no vídeo, algum material posterior como imagens, textos, páginas da web ou outros tipos de elementos. O enriquecimento também pode acontecer no momento da reprodução do vídeo como links, sobreposição de gráficos ou figuras, legendas e títulos.

Sadallah *et al.* (2012) afirma que com a evolução dos sistemas de hipervídeos, surgiram padrões de visualização e componentização. O estudo realiza uma análise dos componentes comuns aos sistemas de hipervídeos, sendo estes: Reprodutor de vídeo com controles, linha do tempo, sobreposição textual, sobreposição de gráficos, pontos de ligação, tabela de conteúdos, mapa do vídeo e transcrição.

- Reprodutor de vídeo com controles - Esse componente é comum entre todos os sistemas.
- Linha do tempo - É o componente que integra uma visão espacial da dimensão temporal dos metadados no vídeo e permite ao usuário navegar diretamente por ele para outras posições temporais da reprodução.
- Sobreposição textual - Apresenta textos sobrepostos ao vídeo.
- Sobreposição de gráficos - Apresenta gráficos como imagens sobrepostas ao vídeo.
- Pontos de ligação - Consiste em uma sobreposição gráfica que age como hiperlinks.

- Tabela de conteúdos - É uma representação textual do conteúdo do vídeo.
- Mapa do vídeo - Se comporta como uma tabela de conteúdos com uma representação gráfica dos metadados.
- Transcrição - É o texto gerado a partir da transcrição do conteúdo audiovisual.

2.4.2 Hipervídeos orientado à anotações

Vídeos são tipos de dados que, intrinsecamente, não permitem acesso convencional aos dados, busca ou índices para organização de fragmentos. Partindo disso, surgiram questionamentos sobre como navegar entre partes precisas do vídeo, enriquecer, reorganizar e explicar o conteúdo. Esses questionamentos levaram a soluções como o uso de anotações (SADALLAH; AUBERT; PRIÉ, 2012).

Aubert *et al.* (2005) definem um documento audiovisual anotado (DAA) como sendo um DAV associado à metadados com estrutura de anotação (EA) que possui relação espaço-temporal com o documento, fragmentos do vídeo e possivelmente com os próprios elementos da EA. Logo, a visualização de um DAA pode ser definida como um modo de visualizar as informações do DAA utilizando as informações contidas na estrutura de anotação em conjunto com o documento audiovisual.

Isso pode ser melhor entendido observando a figura 2 que mostra o *Advene*, sistema proposto por Aubert e Prié em 2005. Partindo destes conceitos, será adotada para este trabalho a definição de hipervídeo como sendo uma visualização do documento audiovisual que possua estrutura de anotação com possibilidade de controlar a reprodução (temporalidade) (AUBERT; PRIÉ, 2005).

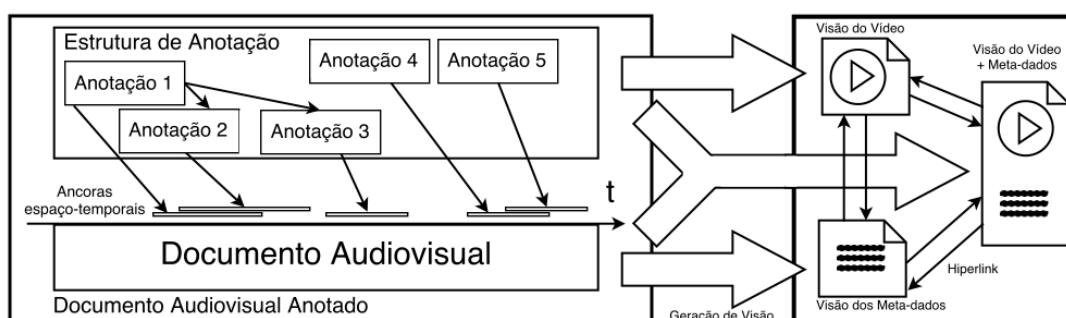


Figura 2 – Representação de um hipervídeo orientado à anotações.

Fonte: (SADALLAH; AUBERT; PRIÉ, 2012)

Com a utilização das anotações surgem novas maneiras de fazer uso de vídeos, podendo então quebrar a linearidade, enriquecer o conteúdo e prover interatividade do vídeo. Sadallah *et al.* (2012) cita vários sistemas de hipervídeos e afirma que a maioria utiliza sistemas de anotações, porém as soluções ainda são muito acopladas aos vídeos, quando não são completamente integradas ao reprodutor. Esses tipos de soluções não

contribuem para o estabelecimento de um padrão de desenvolvimento de hipervídeos, por outro lado, soluções como o *Advene* (Aubert *et al.* 2005) propõem um modelo menos acoplado, passível de evolução.

As anotações podem ser geradas de forma semi-manual, onde uma pessoa gera as informações de análise em uma camada superior ao vídeo, com o uso de *softwares* para tal, ou automatizada no caso dos dados serem gerados pelo *software* de análise, de forma independente do julgamento humano. Esses modos de gerar as anotações possuem suas vantagens e desvantagens, por exemplo na forma semi-manual, as anotações tendem a ser mais precisas e melhor elaboradas. Por outro lado, com o uso de *softwares* que automatizam o processo de criar anotações se torna mais rápido e menos custoso. Ainda existe a possibilidade de gerar metadados de análise de forma completamente manual, sendo esta porém a forma mais custosa de criar anotações e sujeita a erro humano (SADALLAH; AUBERT; PRIÉ, 2012).

2.5 Engenharia de Software

Devido à alta complexidade intrínseca ao desenvolvimento de sistemas de *software*, se faz necessária a aplicação de técnicas de engenharia voltadas para a resolução de problemas, como por exemplo de levantamento de requisitos, manutenção e evolução do *software*, testes e qualidade.

Schach (2009) apresenta dados sobre o estado final de 9.236 projetos de *software* até o ano de 2004. Segundo esse autor apenas 29% dos projetos foram concluídos com sucesso, ao passo que 18% foram cancelados e 53% foram concluídos porém com atraso, orçamento excedido ou com menos funcionalidades que o previsto.

A engenharia de *software* é definida como uma disciplina cujo objetivo é a produção de sistemas *softwares* isento de falhas, entregue no prazo e orçamento definido e atenda as necessidades do cliente. Um dos primeiros pesquisadores a falar sobre engenharia de *software* é Boehm em 1976. Ele cita diversas práticas utilizadas na época, porém algumas coisa mudaram na engenharia de *software* desde então (SCHACH, 2009; BOEHM, 1976).

A utilização de metodologia ágil de desenvolvimento é uma tendência atual e crescente no contexto da engenharia de *software*, assim como o uso de ferramentas de integração, gerência de configuração e automatização de testes. Nas seções a seguir serão abordados os tópicos de metodologias ágeis, arquitetura de *software*, testes e reutilização de *software*.

2.5.1 Metodologia Ágil

Métodos ágeis são práticas de desenvolvimento de *software* de forma enxuta, que surge em oposição aos métodos tradicionais, considerados rigorosos e burocráticos. O termo métodos ágeis foi cunhado por 17 especialistas que buscavam meios mais rápidos, leves e centrados à pessoas, de desenvolver *software*, criando assim o manifesto ágil composto pelos seguintes valores:

- Indivíduos e interação mais que processos e ferramentas;
- *Software* funcionando mais que documentação abrangente;
- Colaboração com o cliente mais que negociação de contratos;
- Responder à mudanças mais que seguir um plano.

Os métodos ágeis são implementados por diversos modelos de trabalho (*frameworks*) como o *Scrum*, XP e *Crystal*, entre outros. Esses *frameworks* definem práticas de acordo com os valores e princípios ágeis, buscando uma maior eficiência ao lidar com projetos até certo grau de complexidade (PRIKLADNICKI; WILLI; MILANI, 2014).

O *Scrum* é baseado no empirismo, sendo um dos mais populares no contexto da engenharia de *software*. Este *framework* possui três pilares fundamentais: transparência, inspeção e adaptação. A transparência consiste em possibilitar que os interessados conheçam claramente o resultado das atividades, erros do projetos, entre outras características importantes, como os termos utilizados e a definição deles. A inspeção visa identificar problemas nos artefatos produzidos, servindo de insumo para tomadas de decisões necessárias para que haja mudanças. A adaptação acontece quando problemas inaceitáveis ocorrem (SUTHERLAND, 2014).

Algumas práticas do *scrum* serão adotadas neste trabalho, portanto é necessário compreender melhor os conceitos envolvidos neste processo.

- *Product Owner* (P.O.): Dono do produto, aquele que define o que será desenvolvido (*backlog*) e o que tem valor no produto entregue.
- *Scrum master*: Atua em conjunto com o P.O. para definir o *backlog*, além de organizar, motivar a equipe e facilitar o desenvolvimento removendo qualquer empecilho.
- Equipe de desenvolvimento: A equipe de desenvolvimento do *software*.
- *Sprint*: O período de tempo em que deve ser realizado o trabalho definido.

Além desses conceitos existem também os eventos de revisão da *sprint*, quando é averiguado em conjunto com o cliente o que foi realizado na *sprint*; planejamento da

sprint, quando é definido o pacote de trabalho da *sprint*; e a retrospectiva, quando o trabalho que foi desempenhado pelo time *scrum* é analisado internamente pelo próprio time (PRIKLADNICKI; WILLI; MILANI, 2014). Os conceitos abordados anteriormente podem ser melhor observados na figura 3. No contexto deste trabalho, o *backlog* consiste nas necessidades levantadas para a elaboração deste sistema; o *product owner* se trata do orientador; a equipe de desenvolvimento sendo o autor.

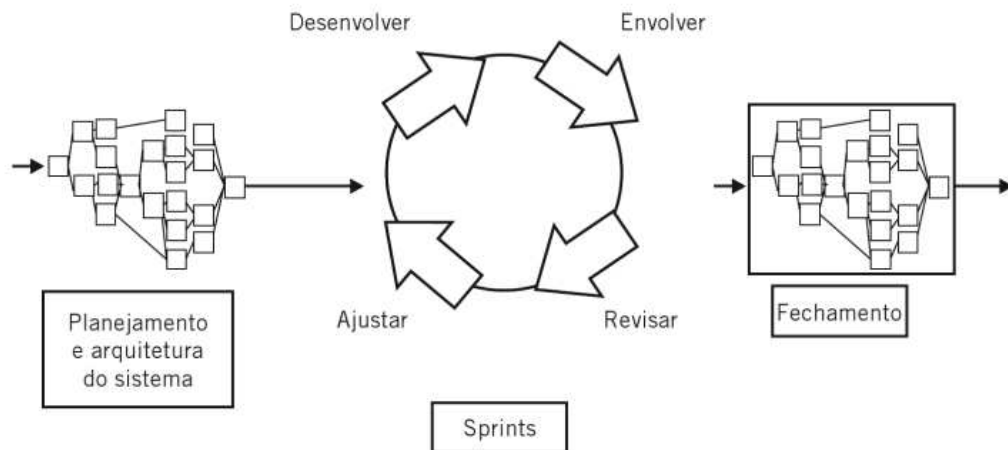


Figura 3 – Representação do processo scrum.
Fonte: (SUTHERLAND, 2014)

2.5.2 Arquitetura de Software

Arquitetura de *software* é um conjunto de decisões da organização do sistema de *software*, das interfaces de comunicação e dos elementos estruturais que suportarão os componentes com relação ao comportamento e funcionalidades pretendidas para o sistema. Esta organização segue um estilo arquitetural que guia a evolução das estruturas de subsistemas de modo a compor todo o sistema. Neste trabalho o estilo arquitetural adotado é o *Model-View-Controller* (MVC) (CLEMENTS et al., 2010).

O padrão arquitetural MVC tem o objetivo de segregar em camadas a organização e as responsabilidades do *software*, permitindo que diferentes interfaces com o usuário (view) possam ser utilizadas com o modelo de negócio (model). A camada de controle (controller) situa-se entre as camadas de modelo e visão, gerenciando as trocas de informações e alguns comportamentos da aplicação que podem refletir na visão, na persistência ou em nenhum dos dois, sendo apenas algum processamento interno do sistema (KRASNER; POPE, 1988). A figura 4 mostra um diagrama que auxilia no entendimento de como este padrão arquitetural funciona.

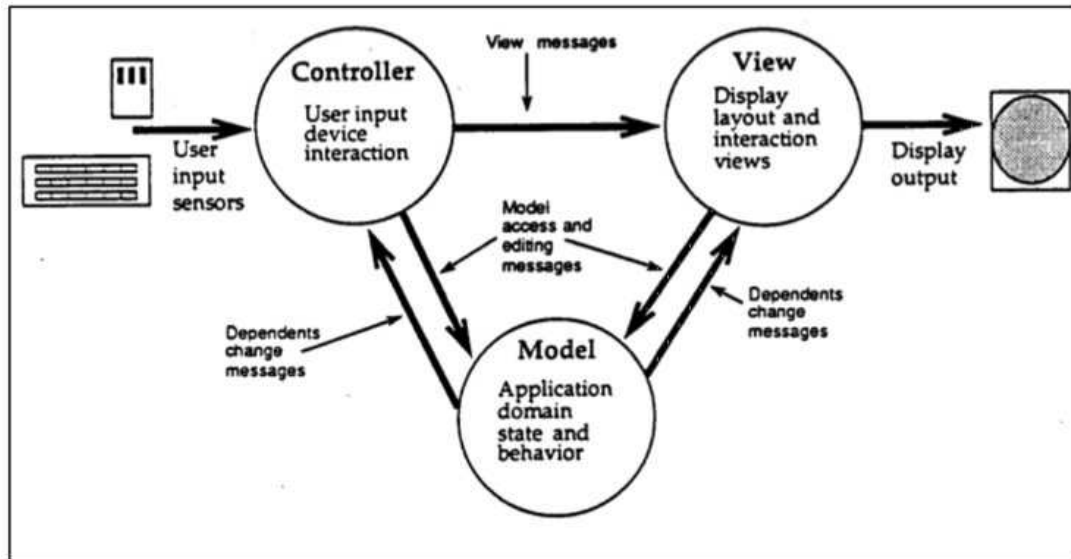


Figura 4 – Model - View - Controller.

Fonte: (KRASNER; POPE, 1988)

2.5.3 Reutilização de Software

Reutilização de *software* é o processo de criação de *software* a partir de *software* já existente. Os elementos reutilizáveis não se restringem ao código gerado anteriormente, mas também a outros artefatos como o código compilado, interfaces, documentações, modelos entre outros (KRUEGER, 1992; D'SOUZA; WILLS, 1999).

O reuso é motivado por reduzir o tempo e esforço no desenvolvimento, aumentar a qualidade do *software*, minimizando os esforços com manutenção através de um melhor aproveitamento das experiências do passado. A reutilização não é uma simples vantagem que pode ser descartada, entre 40% e 60% do código de uma aplicação pode ser reutilizado. A reutilização é uma característica intrínseca do desenvolvimento de *software* (LUCRÉDIO, 2009).

A reutilização sistemática se baseia na compreensão de como contribuir para os objetivos de negócio, na definição de estratégias técnicas e de gerência e na integração com os processos de *software* e de melhoria, entre outros aspectos que fazem com que a melhoria ocorra de forma controlada e repetível. Existem diversas abordagens com foco de fomentar a reutilização, porém estas compartilham quatro conceitos básicos: Abstração, seleção, adaptação e integração (KRUEGER, 1992; EZRAN; MORISIO; TULLY, 2002; LUCRÉDIO, 2009).

A abstração é o princípio fundamental da reutilização. Esse princípio afirma que para um artefato ser reutilizado, é necessário que antes seja compreendido de forma que o reutilizador consiga aplicá-lo adequadamente. A seleção visa facilitar o processo de seleção dos componentes, visto que pode haver um número grande de componentes à disposição. A adaptação se refere à necessidade de adaptação do componente, que muitas vezes não

é adequado ao contexto em que se pretende reutiliza-lo. A integração está relacionada à necessidade de utilizar o componente com outros componentes que foram anteriormente projetados para outros fins, não considerando o contexto em que se pretende reutilizar (KRUEGER, 1992).

3 Componente de Hipervideo Orientado a Anotações

Este capítulo aborda questões relativas ao desenvolvimento do sistema. Para melhor compreensão, este capítulo foi dividido em quatro seções com o objetivo de apresentar inicialmente as tecnologias utilizadas e a plataforma de vídeos interativos na qual o componente será integrado, em seguida o módulo de criação de anotações, logo após o módulo de visualização de Hipervídeos e por último como o componente será integrado à plataforma.

3.1 Sistema de Videos Interativos

Conforme as teorias apresentadas, os sistemas de vídeos interativos são sistemas que permitem certo grau de interação com o conteúdo audiovisual. De modo a atingir o objetivo de desenvolver um componente de hipervídeo proposto neste trabalho, foi definida uma plataforma para integração que permitisse um estudo sobre em quais termos este componente deveria ser construído.

A plataforma definida como objeto de estudo deste trabalho foi a *Hypervídeos* (STURZBECHER, 2014). Esta escolha foi feita levando em consideração que o projeto encontra-se ativo no Github ¹, além disso o projeto possui um ambiente de integração contínua com testes automatizados e controle de *build* ², licença GPL v3 ³, foi construído com base em tecnologias para *Web* (*Meteor* e *Polymer*) e teve o desenvolvimento acompanhado de forma parcial pelo autor deste trabalho.

O *framework* procura facilitar o desenvolvimento *mobile* e *web*, trazendo vantagens no que diz respeito a responsividade e construção de *software* multiplataforma, agrega recursos de reatividade, utilizando unicamente *Javascript* como linguagem de programação. Esse *framework* possui uma estrutura simplificada como pode ser observado na figura 5 a seguir. O bloco DDP representa *Distributed Data Protocol*, DPP é a maneira que *Meteor* provê para a aplicação do lado cliente troque informações com a aplicação no servidor, é esse protocolo que possibilita a reatividade (METEOR ORG., 2015).

Já o *Polymer* consiste em uma biblioteca que permite a criação de componentes *web* para fins específicos, facilitando o reuso e permitindo a componentização de interfaces

¹ Ferramenta de centralização de código e controle de versão. Pode ser acessado pela URL www.github.com na data de publicação deste trabalho.

² Versão do software pronta para distribuição.

³ GPL significa General Public License, uma licença que permite que o código seja utilizado e compartilhado, também garante que qualquer produto derivado seja distribuído sob a mesma licença.

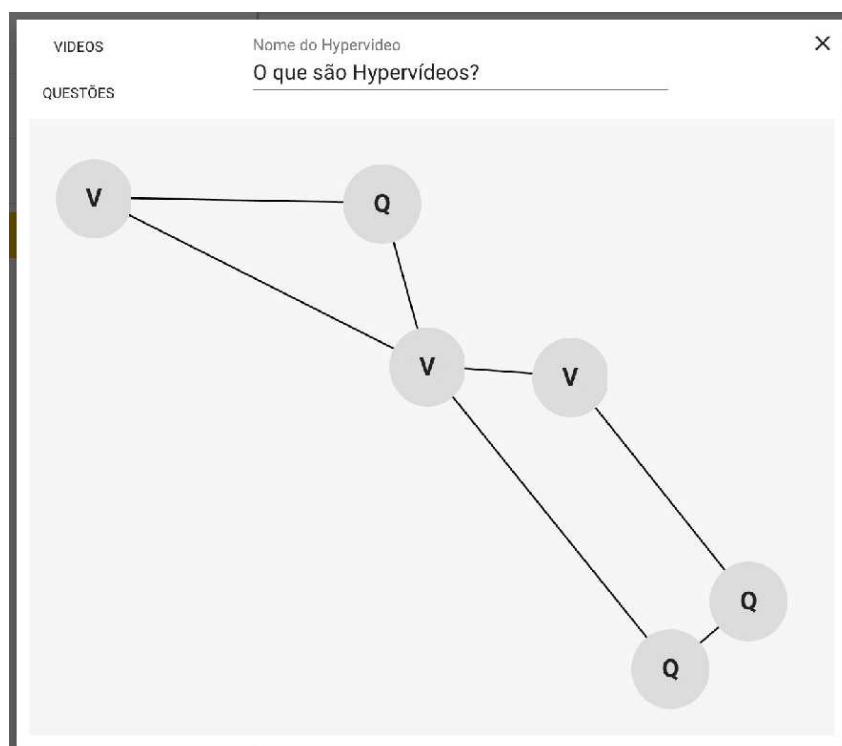


Figura 7 – Tela de construção de material do hypervídeos.

Fonte: (STURZBECHER, 2014)

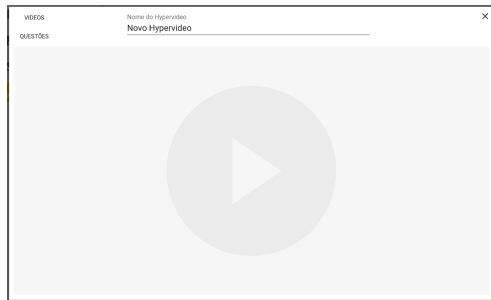
3.2 Módulo de Criação de Anotações

O módulo de criação de anotações tem como principais objetivos facilitar a criação e análise das anotações. Para compreender como este módulo funciona e como foi estruturado é necessário entender os passos envolvidos desde a visão do componente até a persistência dos dados.

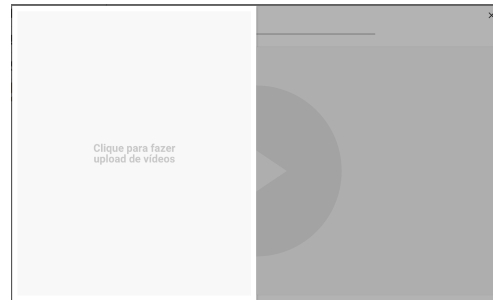
O Componente de hípervídeo segue o padrão arquitetural MVC, logo a visão do módulo de criação possui responsabilidades relacionadas apenas à eventos e aspectos visuais. Visualmente o componente de criação de anotações é semelhante ao componente de reprodução, mas com algumas diferenças sutis. O componente possui um reprodutor de vídeo com controles assim como o componente de visualização de hipervídeos, o intuito é permitir que o professor autor, criar as anotações e conferir o quanto antes o resultado gerado realizada, além de facilitar a identificação de qual momento deve ser adicionada a anotação.

Diferentemente do componente de visualização de hipervídeos, o módulo de criação de anotações se comporta exibindo um *menu* de opções de tipos de anotações na parte superior do componente ao detecta um clique de seleção, observe na figura 8a. Na atual configuração do sistema, a anotação pode ser um subvídeo ou questões. Ao selecionar o tipo de anotação que se deseja adicionar, é necessário inserir as mídias e em seguida as informações da anotação, sendo estas diferentes para cada tipo diferentes de anotação. Na

figura 8b é apresentada a tela em que o usuário pode carregar vídeos para criar anotações, já na figura 9 é apresentada a tela onde o usuário deve inserir os dados da anotação.



(a) Componente vazio.
Fonte: Próprio



(b) Aba para adição de vídeos.
Fonte: Próprio

Figura 8 – Componente de construção de hiper vídeo.

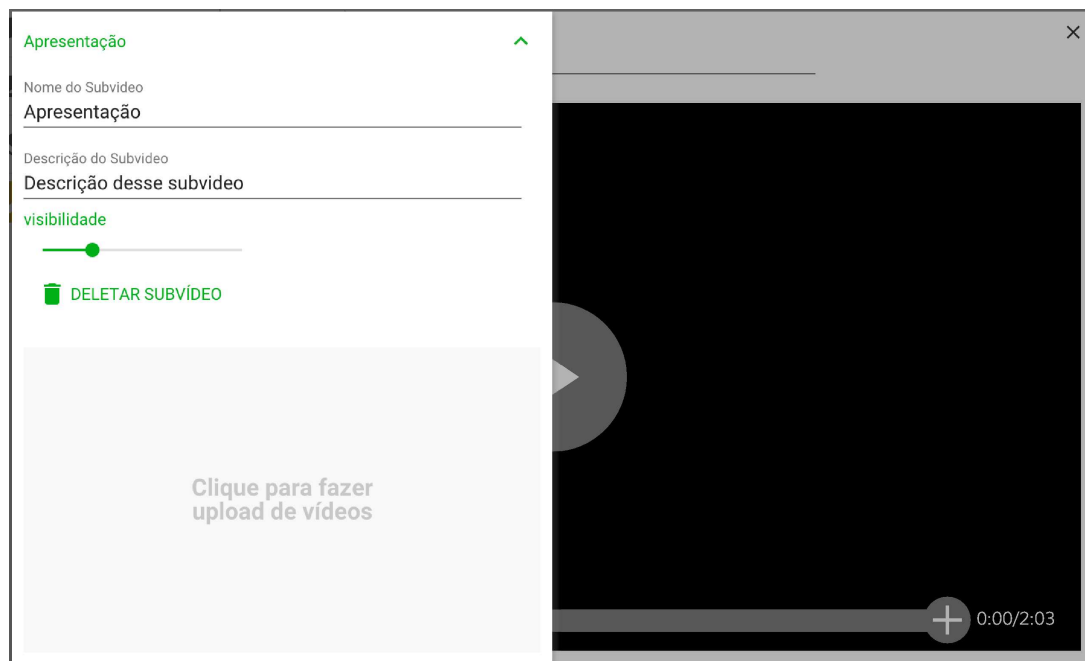


Figura 9 – Componente mostrando a tela de edição ativa de anotações.
Fonte: Próprio

Ao criar uma anotação que referencia um subvídeo deve ser informado qual a mídia audiovisual que será utilizada, em qual tempo deve iniciar a reprodução e qual a duração da anotação. Já para adicionar anotações do tipo questões deve ser informado o enunciado da questão, as alternativas e em qual tempo as questões devem ser exibidas. Neste momento é perceptível que o atributo de tempo inicial é intrínseco a todas as anotações.

De modo a não quebrar a arquitetura MVC, as informações inseridas são encaminhadas para a camada de controle através de disparo de eventos e da mesma forma repassadas para o modelo para que os dados possam então serem validados e gravados na base de dados em formato *JSON*. Nesse momento é importante ressaltar que as anotações

se tornarão uma camada adicional sobreposta aos vídeos quando utilizados pelo módulo de visualização.

Como as informações relevantes da anotação são exibidas em tela, é possível analisar se os dados inseridos estão corretos, e também possibilita que outras anotações já existentes possam ser acessadas para que sejam reaproveitadas, evitando que haja um trabalho repetido desnecessariamente.

A visão do componente está baseada na biblioteca *Polymer*, o que permite muita flexibilidade com relação a reutilização do componente em outros sistemas e também com relação a criação de novos tipos de anotações, requerendo um conhecimento técnico consideravelmente menor e buscando a aderência à padrões *web*. As ações dos componentes são implementadas utilizando a linguagem *Javascript*, a mesma linguagem utilizada pelo *Meteor* que é a base da plataforma Hipervídeos.

Ao utilizar o modo de reprodução o motor do módulo de reprodução é acionado, porém o funcionamento será abordado na seção seguinte.

3.3 Módulo de Visualização de Hipervídeos

Como foi mencionado, o módulo de visualização de hipervídeos funciona de modo ligeiramente diferente, seguiremos a mesma abordagem da seção anterior para entender o funcionamento.

Ao iniciar uma reprodução de hipervídeo, o módulo de visualização dispara um evento capturado pelo controle para requisitar que o modelo de dados recupere as informações das anotações gravadas na base de dados que contém o identificador do hipervídeo. Após conseguir estas informações o modelo de dados dispara um evento para encaminhar para o controle que então inicia a reprodução do hipervídeo. No instante em que uma anotação deve ser apresentada o controle usa os atributos da anotação para buscar as mídias necessárias, em seguida empacota essas informações e envia para a visão novamente através de um disparo de evento notificando que o componente *Polymer* referente ao tipo de anotação que deve ser exibido com os dados relevantes da anotação.

Quando exibida a visão da anotação, fica a cargo da visão lidar com a interação entre o usuário e o componente. É importante lembrar que a anotação não necessita de uma visão de forma compulsória, um exemplo disso é quando a anotação referencia um outro vídeo que deve substituir a mídia atual. No caso do componente de questões é possível que a anotação requeira que o vídeo em reprodução seja pausado e a tela escurecida, como um exemplo da aplicação das heurísticas de aprendizagem multimídia.

3.4 Integração com a plataforma Hipervídeos

A integração com a plataforma deve acontecer de modo a não ferir os princípios do MVC. Para realizar tal tarefa foi proposto o modelo de arquitetura que pode ser visto na figura 10. Pode-se perceber que os elementos da arquitetura do componente se conectam com a plataforma em cada camada.

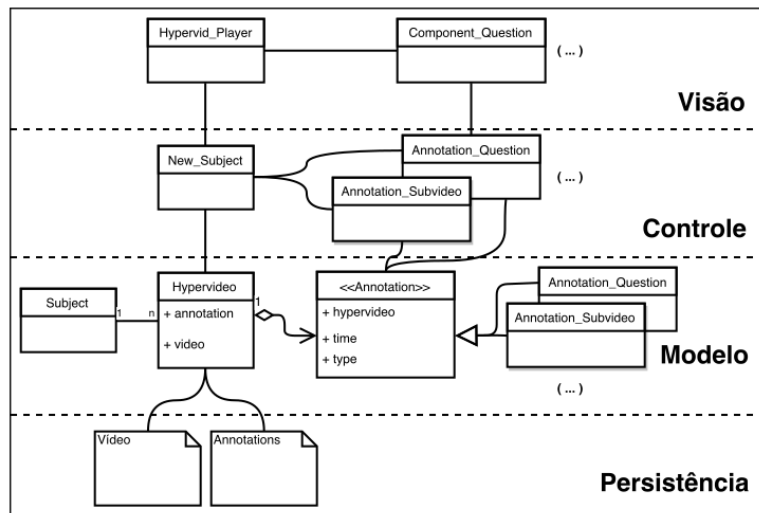


Figura 10 – Arquitetura planejada para integração com Hipervídeos.

Fonte: Própria.

Porém para elaboração deste trabalho foi proposto uma prova de conceito para que se verificasse a possibilidade real de construção do componente. Esta prova de conceito segue uma arquitetura similar, porém mais simples que a que se pretende construir no produto final, esta arquitetura pode ser analisada na figura 11.

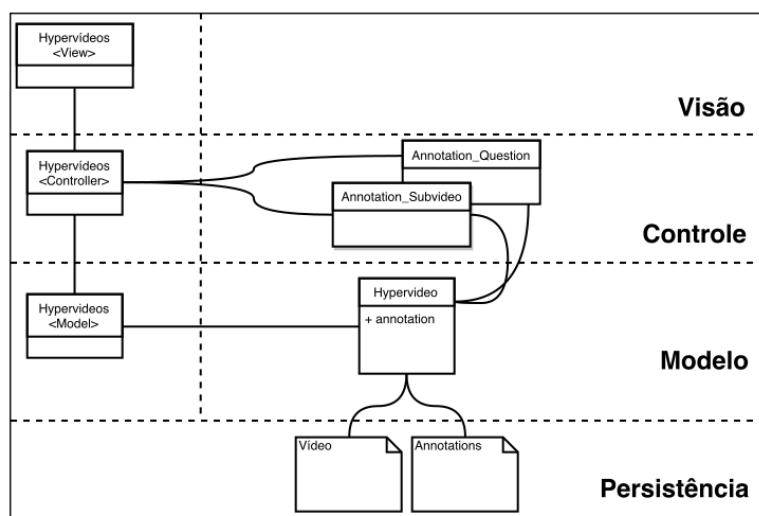


Figura 11 – Arquitetura da prova de conceito realizada.

Fonte: Própria.

Esta arquitetura se mostrou eficaz aos objetivos propostos, permitindo a integração com a plataforma, criação de anotações, e visualização do vídeo em conjunto com conteúdo anotado de forma sobreposta. Esta arquitetura não beneficia a expansão dos componentes de anotação, porém é suficiente para inferir que é possível adicionar esta característica por meio de refatorações no código.

4 Considerações parciais

Ao final da revisão bibliográfica, pode ser verificado que nos últimos anos houveram avanços significativos na linha de pesquisa de hipervídeos. Apesar de recente, é considerada uma área com grande potencial, sendo explorada em áreas como marketing, entretenimento e educação. Entretanto, produzir conteúdo para esse tipo de mídia está longe de ser trivial, limitando o público em geral ao uso de ferramentas que não seguem padrões, cujo o conteúdo é restrito à ferramenta usada na criação do material para que este possa ser visualizado. Este fator apenas torna a aderência desta tecnologia mais lenta. Deixando mais vulnerável áreas que muitas vezes possuem poucos recursos disponíveis para superar essas dificuldades, como a de educação.

Com a implementação da prova de conceito, também pode ser verificado que o componente proposto tem o potencial de reduzir as dificuldades de utilizar hipervídeos pois busca empregar uma arquitetura que além facilitar a expansibilidade das características de hipermídia, também está fundamentada em tecnologias amplamente difundidas. Outro fator que contribui nesse potencial é a aderência à um padrão simplificado de anotações facilmente escalável, permitindo que anotações geradas em sistemas que compartilhem o uso do padrão de anotações baseado em objetos *JSON* sejam compreendidas pelo módulo de reprodução.

4.1 Planejamento do desenvolvimento

Na tabela 1 a seguir é apresentado o *backlog* do sistema em formato de histórias, que consiste em requisitos atômicos, implementáveis e testáveis. É comum que o *backlog* do produto sofra alterações durante o desenvolvimento. O *time-box* definido para as *sprints* é de 2 semanas. Para cada história planejada foram atribuídos uma identificação e uma pontuação.

Para elaboração do cronograma, foi realizada a priorização das histórias planejadas. A tabela 2 a seguir mostra a distribuição das histórias nas *sprints* e quantos pontos foram concluídos.

Percebe-se que aproximadamente 45% do *backlog* proposto foi consumido, necessitando da definição de novas histórias no *backlog* para a continuidade deste trabalho no TCC 2. Estas histórias viram de refatorações necessárias e melhorias das funcionalidades do componente. Outro dado importante proveniente deste planejamento é o *velocity*, que consiste na quantidade de pontos produzidos por *sprint*, igual a aproximadamente 8 pontos.

História	Descrição	Pontuação
H0	Eu como desenvolvedor desejo um mecanismo para popular a base de dados com anotações em formato JSON.	2
H1	Eu como desenvolvedor desejo um mecanismo para recuperar dados de anotações da base de dados em formato JSON.	2
H2	Eu como desenvolvedor desejo um mecanismo que suporte a inclusão de novos componentes de anotações.	10
H3	Eu como desenvolvedor desejo um mecanismo para reprodução de hipervídeos.	9
H4	Eu como desenvolvedor desejo uma interface visual para inserir dados das anotações e mídias de vídeo.	5
H5	Eu como desenvolvedor desejo um componente de anotação para criar vinculos temporais de apresentação para subvídeos.	5
H6	Eu como desenvolvedor desejo um componente de anotação para criar vinculos temporais de apresentação de questões.	5
H7	Eu como desenvolvedor desejo um componente de anotação para criar vinculos temporais de apresentação de links.	5
H8	Eu como desenvolvedor desejo um componente de anotação para criar vinculos temporais de apresentação de textos sobreposto ao vídeo.	5
H9	Eu como desenvolvedor desejo um componente de anotação para criar vinculos temporais de apresentação de sumário.	5
H10	Eu como desenvolvedor desejo um componente de anotação para criar vinculos temporais de apresentação de legendas.	5
H11	Eu como desenvolvedor desejo um componente de controle temporal de hipervídeos.	4
H12	Eu como desenvolvedor desejo uma interface separada para construção do hipervídeo.	5
H13	Eu como desenvolvedor desejo um mecanismo que exporte as anotações criadas para fim de <i>backup</i> .	4
-	Total	71

Tabela 1 – Tempo para implementação de funcionalidades.

A continuidade do trabalho no TCC 2 consiste no cumprimento de quatro etapas:

- Etapa 1 - Integração com a plataforma Hypervídeos.
- Etapa 2 - Finalização do módulo de criação de anotações expansível.

<i>Sprint</i>	Histórias	Pontos planejados	Pontos executados
S1	H0,H1	4	4
S2	H3,H11	13	13
S3	H4,H5	10	10
S4	H6,H7	10	5
S5	H2,H8	15	0
S6	H9,H12	10	0
S7	H13	4	0
-	Total	71	32

Tabela 2 – Planejamento das *Sprints*.

- Etapa 3 - Finalização do módulo de reprodução de hipervídeos.
- Etapa 4 - Documentação e revisão do trabalho realizado (TCC 2).

A integração consiste em criar as interfaces necessárias para que o componente seja acoplado no Hypervídeos e em outros sistemas semelhantes que implementem as interfaces definidas; Integrar o sistema para que seja desenvolvido na plataforma que foi escolhida como objeto de estudo; Adequar o ambiente de desenvolvimento aos requisitos da plataforma, de modo a manter os padrões de desenvolvimento do projeto Hypervídeos.

Na segunda etapa deve ser implementado as histórias relacionadas ao módulo de criação de anotações. Na terceira etapa deve ser implementado as histórias relativas ao módulo de reprodução de hipervídeos. Por último, na quarta etapa deve ser realizado a documentação e revisão do trabalho em formato de TCC.

Estas etapas devem seguir o cronograma apresentado na tabela 3 a seguir.

Etapas	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 3
1	x			
2		x		
3			x	
4				x

Tabela 3 – Planejamento do cronograma do TCC 2.

Referências

- AUBERT, O.; PRIÉ, Y. *Advene: Active reading through hypervideo*. Salzburg, Austria, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 32.
- AUSUBEL, D. *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Springer Netherlands, 2000. ISBN 9780792365051. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=cwV_1uIpgVAC>. Citado 3 vezes nas páginas 25, 26 e 27.
- BADDELEY, A. D. *Working memory*. Oxford University Press, Oxford, England, 1986. Citado na página 28.
- BOEHM, B. W. *Software engineering – as it is*. TRW Inc., Redondo Beach, California 90278, 1976. Citado na página 33.
- BRUSILOVSKY, P. Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Kluwer Academic Publishers, v. 6, n. 2-3, p. 87–129, 1996. ISSN 0924-1868. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/BF00143964>>. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.
- BRUSILOVSKY, P.; EKLUND, J. A study of user model based link annotation in educational hypermedia. *Journal of Universal Computer Science*, v. 4, p. 429–448, 1998. Citado na página 27.
- CHAMBEL, T.; ZAHN, C.; FINKE, M. Hypervideo design and support for contextualized learning. *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Joensuu, Finland, p. 345–349, 2004. Citado na página 30.
- CHANDLER, P.; SWELLER, J. The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, v. 62, p. 233–246, 1992. Citado na página 28.
- CLARK, R. C.; MAYER, R. E. *E-learning and the Science of Instruction*. 3. ed. São Francisco, USA: Pfeiffer, 2011. Citado na página 28.
- CLEMENTS, P. et al. *Documenting Software Architectures: Views and Beyond, Portable Documents*. Pearson Education, 2010. ISBN 9780132488594. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=UTZbsrA4qAsC>>. Citado na página 35.
- DINIZ, Á. C.; FRAGELLI, R. R. Hipermídias adaptativas em actionscript. *III ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, Citeseer, p. 80, 2011. Citado na página 26.
- DINIZ, A. C. et al. Uma biblioteca de hipermídia adaptativa para apoio ao ensino. *PAEE 2012*, 2012. Citado na página 26.
- D'SOUZA, D.; WILLS, A. *Objects, Components and Frameworks with UML: The Catalysis Approach*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1999. Citado na página 36.
- EZRAN, M.; MORISIO, M.; TULLY, C. *Practical Software Reuse*. [S.l.]: Springer, 2002. Citado na página 36.

- FAGÁ, R. et al. A social approach to authoring media annotations. 10th ACM Symposium on Document engineering, p. 17–26, 2010. Citado na página 31.
- FINKE, M. *Mobile interactive video*. [S.l.]: Technical report, Project MUMMY, 2004. Citado na página 31.
- FRAGELLI, R. R. *Uma Abordagem de Redes Quantizadas e Objetos Multiformes para Modelagem de Domínio em Sistemas de Tutoria Inteligentes*. 163 p. Tese (Doutorado), Brasília, Brasil, 2010. Citado 4 vezes nas páginas 23, 24, 25 e 26.
- FRAGELLI, R. R.; MENDES, F. M. *Batalha Naval dos Extremos Locais: Jogos de Aprendizagem para o Ensino dos Cálculos*. [S.l.]: PAEE, 2011. Citado na página 19.
- FRAGELLI, R. R.; MENDES, F. M. “onde está osama?”—um jogo educativo na área de física. *Participação*, n. 20, 2012. Citado na página 19.
- FRAGELLI, R. R. et al. Playcálculo: Uma experiência de aprendizagem ativa em fundamentos de matemática para cálculo diferencial e integral. 2012. Citado na página 19.
- FRAGELLI, R. R. et al. Summaê: Um método diferente para o ensino de integrais. In: *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education: Organizing and Managing Project Based Learning*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 109–114. Citado na página 19.
- GAUDREAU, S.; CHAN, M. *Video Interactive Learning System (VILS)*. [S.l.]: Elsevier, 1984. Citado na página 29.
- HILL, W. *Learning: A survey of psychological interpretation*. Allyn and Bacon, Boston, USA, 2002. Citado na página 23.
- KRASNER, G. E.; POPE, S. T. A description of the model-view-controller user interface paradigm in the smalltalk-80 system. *Journal of Object Oriented Programming*, n. 3, p. 26–49, 1988. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/krasner88description.html>>. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.
- KRUEGER, C. *Software reuse*. [S.l.]: ACM Computing Surveys, 1992. 131–183 p. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 37.
- LIPPMAN, A. Movie-maps: An application of the optical videodisc to computer graphics. Proceedings of the 7th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, NY, New York, USA, p. 32–42, 1980. Citado na página 30.
- LUCRÉDIO, D. Uma abordagem orientada a modelos para reutilização de software. *SI*: *Tese de Doutorado*, p. 101–110, 2009. Citado na página 36.
- MATLIN, M. *Psicologia cognitiva*. LTC, 2004. ISBN 9788521613923. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=FzGvAwAACAAJ>>. Citado na página 24.
- MAYER, R. E.; CHANDLER, P. When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, 2001. Citado 3 vezes nas páginas 28, 29 e 30.

METEOR ORG. *The JavaScript App Platform*. 2015. Disponível em: <<https://meteor.com/>>. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo, Brasil: EPU, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.

MORENO, R.; MAYER, R. E. A learner-centered approach to multimedia explanations: Deriving instructional design principles from cognitive theory. *Interactive Multimedia Eletronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, Carolina do Norte, USA, 2000. Citado 4 vezes nas páginas 20, 28, 29 e 30.

MOZILLA. *Web Made Movies*. 2012. Disponível em: <<https://www.drumbeat.org/en-US/projects/webmademovies>>. Citado na página 30.

PAIVIO, A. *Mental representation: A dual coding approach*. Oxford University Press, Oxford, England, 1986. Citado na página 28.

PRIKLADNICKI, R.; WILLI, R.; MILANI, F. *Métodos Ágeis para Desenvolvimento de Software*. Bookman Editora, 2014. ISBN 9788582602089. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=8rQABAAQBAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.

ROBINS, R. W.; GOSLING, S. D.; CRAIK, K. H. An empirical analysis of trends in psychology. *American Psychologist*, American Psychological Association, v. 54, n. 2, p. 117, 1999. Citado na página 25.

SADALLAH, M.; AUBERT, O.; PRIÉ, Y. Chm: an annotation- and component-based hypervideo model for the web. Kluwer Academic Publishers, France, 2012. Citado 4 vezes nas páginas 21, 31, 32 e 33.

SAWHNEY, N. N.; BALCOM, D.; SMITH, I. E. Hypercafe: Narrative and aesthetic properties of hypervideo. *UK Conference on Hypertext*, Bethesda, Maryland, USA, p. 1–10, 1996. Citado na página 30.

SCHACH, S. *Engenharia de Software - 7.ed.: Os Paradigmas Clássico e Orientado a Objetos*. McGraw Hill Brasil, 2009. ISBN 9788563308443. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Mkk7MriAp_wC>. Citado na página 33.

SCHWAN, S.; RIEMPP, R. The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots. *Learning and Instructions*, p. 293–305, 2004. Citado na página 29.

SHIPMAN, F.; GIRGENSOHN, A.; WILCOX, L. Generation of interactive multi-level video summaries. *Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia*, NY, New York, USA, p. 392–401, 2003. Citado na página 30.

SILVA, J. E. *Um berço para o homem e o legado skinneriano na educação: do behaviorismo a um novo paradigma para a sociedade do conhecimento*. Instituto Politécnico da Guarda, 2005. Citado na página 24.

STURZBECHER, A. J. *Sistema Adaptativo de Vídeos Interativos*. Brasília, Brasil: Faculdade do Gama, Universidade de Brasília, 2014. 103 p. Citado 3 vezes nas páginas 39, 40 e 41.

SUTHERLAND, J. *A Arte de Fazer o Dobro do Trabalho na Metade do Tempo*. [S.l.]: Leya, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Paraíba, Brasil, 2010. Citado na página 26.

VICENTINI, G. W.; DOMINGUES, M. O uso do vídeo como instrumento didático e educativo em sala de aula. *XIX Encontro Anual da Associação Nacional dos Cursos de Graduação em Administração (ENANGRAD)*, Curitiba, PR, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

WETZEL, C.; RADTKE, P.; STERN, H. *Instructional effectiveness of video media*. Lawrence Erlbaum Associates, 1994. ISBN 9780805816983. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=qGbuAAAAMAAJ>>. Citado na página 29.

ZHAN, C.; BARQUERO, B.; SCHWAN, S. Learning with hyperlinked videos - design criteria and efficient strategies for using audiovisual hypermedia. *Learning and Instruction*, v. 14, p. 275–291, 2004. Citado na página 30.

ZHANG, D. Interactive multimedia-based e-learning: A study of effectiveness. *American Journal of Distance Education*, v. 19, n. 3, p. 149–162, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1207/s15389286ajde1903_3>. Citado 3 vezes nas páginas 20, 29 e 30.