

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS

ELEANDRO DE SOUZA CABRAL

**ANÁLISE DE APLICABILIDADE DO SOFTWARE *DYNALearn* NO ENSINO DE
TEMÁTICAS AMBIENTAIS: ALCANCES E POSSIBILIDADES**

CURITIBA

2017

ELEANDRO DE SOUZA CABRAL

**ANÁLISE DE APLICABILIDADE DO SOFTWARE DYNALEARN NO ENSINO DE
TEMÁTICAS AMBIENTAIS: ALCANCES E POSSIBILIDADES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, do Centro Universitário Internacional Uninter, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Mario Sergio Cunha Alencastro

CURITIBA

2017

C117a Cabral, Eleandro de Souza
Análise de aplicabilidade do software Dynalearn
no ensino temáticas ambientais: alcances e
possibilidades / Eleandro de Souza Cabral. - Curitiba,
2017.
76 f.: il. (algumas color.)

Orientador: Prof. Dr. Mário Sérgio Cunha
Alencastro
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e
Novas Tecnologias) – Centro Universitário
Internacional Uninter.

1. Tecnologia educacional. 2. Dynalearn
(software). 3. Ensino auxiliado por computador. 4.
Aprendizagem. 5. Meio ambiente. I. Título.

CDD 371.334

Catálogo na fonte: Vanda Fattori Dias – CRB-9/547

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO-PGPE
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO-ESE
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS
TECNOLOGIAS
Secretaria do Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias**

Defesa Nº 018/2017

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM
EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**

No dia 21 de setembro de 2017, às 15h, 5º andar – sala 54 - do Campus Divina do Centro Universitário Internacional UNINTER, à Rua do Rosário, 147 em Curitiba-PR, reuniu-se a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, composta pelos professores doutores: Mario Sérgio Cunha Alencastro (Orientador – UNINTER/PR), Angelo Augusto Valles De Sá Mazzarotto (Integrante Externo – FAESP), Germano Bruno Afonso (Integrante Interno Titular – UNINTER/PR), Siderly do Carmo Dahle de Almeida (Integrante Interno Suplente – UNINTER/PR), para julgamento da dissertação: “ANÁLISE DE APLICABILIDADE DO SOFTWARE DYNALEARN NO ENSINO DE TEMÁTICAS AMBIENTAIS: ALCANCES E POSSIBILIDADES”, do mestrando Eleandro de Souza Cabral. O presidente abriu a sessão apresentando os professores membros da banca, passando a palavra em seguida ao mestrando, lembrando-lhe de que teria até vinte minutos para expor oralmente o seu trabalho. Concluída a exposição, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca.

Concluída a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se e comunicou o Parecer Final de que o mestrando foi:

() APROVADO, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 60 dias.

(X) APROVADO somente após satisfazer as exigências e, ou, recomendações propostas pela banca, no prazo fixado de 60 dias.

() REPROVADO.

O Presidente da Banca Examinadora declarou que o candidato foi aprovado e cumpriu todos os requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Novas Tecnologias, devendo encaminhar à Coordenação, em até 60 dias, a contar desta data, a versão final da dissertação devidamente aprovada pelo professor orientador, no formato impresso e PDF, conforme procedimentos que serão encaminhados pela secretaria do Programa. Encerrada a sessão, lavrou-se a presente ata que vai assinada pela Banca Examinadora.

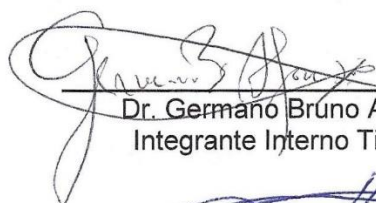
Recomendações: EFETUAR TODAS AS ALTERAÇÕES
PROPOSTAS PELA BANCA.



Dr. Mario Sérgio Cunha Alencastro
Presidente da Banca



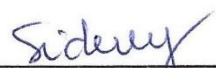
Dr. Angelo Augusto Valles De Sá Mazzarotto
Integrante Externo



Dr. Germano Bruno Afonso
Integrante Interno Titular



Eleandro de Souza Cabral
Mestrando



Dra. Siderly do Carmo Dahle de Almeida
Integrante Interno Suplente

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me proporcionar o dom da vida, dando-me sabedoria e discernimento durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu orientador, professor Dr. Mario Sergio Cunha Alencastro, que acreditou em mim, e pela sua imensa sabedoria e conhecimento, contribuiu e conduziu, de maneira primorosa, todo o processo de elaboração deste trabalho e em minha formação. Foi um prazer tê-lo como orientador.

A minha mãe Helena, por sempre me incentivar o estudo e a busca de nossos sonhos e felicidade. A persistência de uma mulher que estudou apenas as séries iniciais do Ensino Fundamental foi o exemplo para eu superar todas as dificuldades durante essa trajetória.

A minha esposa Caroline e minha filha Julia, por me apoiar em todos os projetos e sonhos.

“O futuro dos seres humanos dependem da educação.
Toda tecnologia e sua adaptação trabalhada hoje
forma uma série de caminhos para
o ser de amanhã percorrer.”

Leonardo Tomé

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	29
QUADRO 2 - QUALIDADES DE UM <i>SOFTWARE</i>	46
QUADRO 3 - NÍVEIS DE APRENDIZAGEM	47
QUADRO 4 - CRITÉRIOS DE APRENDIZAGEM	48
QUADRO 5 - PERFIL DOS EDUCADORES PESQUISADOS	51

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ILUSTRAÇÃO 1 - MODELO DE REPRESENTAÇÃO	17
ILUSTRAÇÃO 2 - COMPLEXIDADE ECODINÂMICA.....	25
ILUSTRAÇÃO 3 - ETAPAS DO PROCESSO DE SIMULAÇÃO.....	27
ILUSTRAÇÃO 4 - EXEMPLO DE FLUXO DE ABSOLÊNCIA	35
ILUSTRAÇÃO 5 - FLUXO PLANEJAMENTO POR CENÁRIOS	37
ILUSTRAÇÃO 6 - PERSONAGENS VIRTUAIS	41
ILUSTRAÇÃO 7 - APRESENTAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES	53
ILUSTRAÇÃO 8 - APRESENTAÇÃO DOS BOTÕES E ÍCONES	53
ILUSTRAÇÃO 9 - ELEMENTOS DE UM MODELO	54
ILUSTRAÇÃO 10-EXEMPLO DE SIMULAÇÃO	54
ILUSTRAÇÃO 11-EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO.....	55
ILUSTRAÇÃO 12-ESPIRAL DE BOEHM	58
ILUSTRAÇÃO 13-ETAPAS DA PESQUISA DE CAMPO.....	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO	16
2.1 PROBLEMATIZAÇÃO	16
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.2.1 Simulação.....	24
2.2.2 Inteligência Artificial e Raciocínio Qualitativo	28
2.2.3 Pensamento sistêmico	31
2.2.4 Pensamento complexo e ciclos de realimentação.....	34
2.2.5 Planejamento por cenários.....	36
2.2.6 Descrição técnica do <i>software Dynalearn</i>	38
2.3 OPÇÃO METODOLÓGICA.	43
2.3.1 Caracterização da pesquisa.....	43
2.3.2 Critérios de análise.....	44
3 IMPLEMENTAÇÃO	51
4 ANÁLISE DE RESULTADOS	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICES	71

RESUMO

Ao se considerar a evolução da tecnologia é possível constatar que, além de proporcionar melhores condições de vida para seus usuários, sua utilização racional pode favorecer o desenvolvimento da inteligência humana e, conseqüentemente, a expansão do fenômeno cognitivo. Este estudo teve como objetivo avaliar a possibilidade de utilização do *software Dynalearn*, em especial seus recursos de simulação de cenários, no ensino de temáticas ambientais. Partiu-se da hipótese de que a utilização qualificada do recurso de simulação traz implicações positivas para a prática pedagógica, mormente no que tange às questões relativas ao meio ambiente e seus desdobramentos. Trata-se de uma pesquisa de cunho bibliográfico, na qual realizou-se um profundo levantamento de literatura sobre o método de simulação e das principais características inerentes ao *software* pesquisado. Posteriormente avaliou-se sua utilização no processo de ensino-aprendizagem mediante a aplicação de questionário, cujo objetivo foi identificar a possibilidade de maximizar a significação dos saberes trabalhados em sala de aula e avaliar as possibilidades de implementação do *software Dynalearn* no processo de ensino em instituições de ensino superior. Os dados obtidos permitem concluir que a utilização do *Dynalearn* como recurso didático oferece condições favoráveis à formação de competências que ampliem as formas tradicionais de aprendizagem e ensino das temáticas ambientais.

Palavras-chave: Educação. Novas Tecnologias. *Software Dynalearn*. Meio ambiente.

ABSTRACT

When considering the evolution of technology it is possible to verify that, in addition to providing better living conditions for its users, its rational use can favor the development of human intelligence and, consequently, the expansion of the cognitive phenomenon. This study aimed to evaluate the possibility of using Dynalearn software, especially its scenarios simulation resources, in teaching environmental themes. It was hypothesized that the qualified use of the simulation resource has positive implications for the pedagogical practice, especially with regard to issues related to the environment and its unfolding. This is a bibliographical research, in which a deep survey of the literature on the simulation method and the main characteristics inherent to the software researched was carried out. Subsequently it was evaluated its use in the teaching-learning process through the application of a questionnaire, whose objective was to identify the possibility of maximizing the meaning of the knowledge worked in the classroom and to evaluate the possibilities of implementing Dynalearn software in the process of teaching institutions higher education. The data obtained allow us to conclude that the use of Dynalearn as a didactic resource offers favorable conditions for the formation of competences that extend the traditional forms of learning and teaching of the environmental themes.

Keywords: Education. Technology. Dynalearn Software. Environment.

1 INTRODUÇÃO

Contemporaneamente as maneiras de interagir com o mundo e com as coisas que nele existem se tornam mais complexas e dinâmicas. Desta forma, fica clara a necessidade da contínua atualização de metodologias educacionais nas instituições de ensino. No percurso da educação formal¹, o educando encontra uma diversidade de disciplinas, as quais abrangem pressupostos educacionais fundamentais para sua formação. Entretanto, tais pressupostos, mesmo seguindo determinados fluxos pré-estabelecidos de intervenção pedagógica, não necessariamente proporcionarão ao educando a percepção geral e sistêmica necessárias quando a temática a ser trabalhada, dada a sua complexidade, estiver relacionada às questões ambientais.

Partindo-se da premissa que ensino das temáticas ambientais deve acontecer de forma transversal, qualitativa e colaborativa, chega-se à conclusão de que o educando que não dispuser de conhecimentos prévios sobre o assunto poderá onerar tempo relativamente superior para interagir de forma eficaz com a complexidade que caracteriza a questão ambiental.

Quando se realiza uma análise mais aprofundada de tal perspectiva, percebe-se que, para superar tal lacuna, o estudante já no início de um curso de graduação necessitará que a instrumentalização para raciocinar se forma sistêmica e a aquisição do conhecimento teórico para a interpretação dos sistemas ambientais aconteçam em um mesmo momento na aula, pois, a chance de que ele adquira automaticamente a proficiência para pensar sistemicamente, parece pouco provável.

Assim, para minimizar o vácuo existente entre a apresentação de determinado conteúdo e sua visualização efetiva no contexto, faz-se necessário oferecer ao educando a oportunidade de interagir com os pressupostos iniciais das disciplinas sobre meio ambiente. Essa interação ensinaria trabalhar sua aplicabilidade em simulações que considerem o conhecimento adquirido já interposto no sistema complexo ambiental, possibilitando não somente a visualização e aplicação, mas também trabalhar as variáveis possíveis e a interpretação das ações e suas prováveis causas.

¹ **Educação Formal.** É uma educação institucionalizada, ocorre em espaços sistematizados, suas atividades são assistidas pelo ato pedagógico e preocupa-se com a aquisição e construção do conhecimento que atendam as demandas da contemporaneidade, nas diferentes disciplinas escolares (CHAGAS, 1993, p.51).

Essa possibilidade só será viável a partir de atividades interdisciplinares que contemplem a essência das áreas de conhecimento correlatas, trabalhando-as por meio da modelagem conceitual hoje oportunizada pela tecnologia e pela inteligência artificial. Destas atividades surgirão modelos mentais que agirão para assegurar a capacidade de domínio dos pressupostos a serem desenvolvidos e na produção de resultados desejados sob a perspectiva do sistema complexo.

Com a utilização da simulação conceitual no contexto educacional, se torna possível atribuir uma nova visão aos envolvidos no processo de aprendizagem. Tal visão contemplará uma perspectiva não limitada às experiências vividas, buscando uma percepção de futuro a ser criado, gerando-o no presente, como se de fato estivesse acontecendo. Este processo busca demonstrar para onde se quer ir, e o que se fará quando chegar lá. Deve-se proporcionar a possibilidade de exercício analítico de um sistema complexo, da mesma forma a possibilidade de interpretar que os sistemas analisados não são estanques, mas sim dinâmicos, e que a sua interação com os ambientes não transcorrerá da mesma forma no percurso do tempo em face da complexidade.

Deste modo, a presente pesquisa, que está circunscrita ao Grupo de Pesquisa “Novas Tecnologias de Ensino e Aprendizagem” do Mestrado em Educação e Novas Tecnologias do Centro Universitário Internacional UNINTER, tem por objetivo investigar as possibilidades de utilização dos recursos de simulação do software *Dynalearn* no ensino das temáticas ambientais em cursos superiores.

O processo de simulação fornecido pelo *software* modela a forma como os agentes de um sistema se relacionam e de que forma é possível um agente interagir para alcançar determinado resultado. Em uma perspectiva mais ampla, a simulação possibilitada pelo *software* estabelece bases para que os conhecimentos se posicionem de modo a compor uma estrutura que apresente ao educando as relações de causa e efeito de um sistema complexo, e mostre como sua intercessão como agente pode transformar o ambiente.

O *software Dynalearn* utiliza uma abordagem de aprendizagem por modelagem que oferece a possibilidade de aquisição de conhecimento conceitual. Sua abordagem de simulação baseia-se no Raciocínio Qualitativo, o qual se encontra inserido como chave de pesquisa dentro da inteligência artificial, permitindo capturar e simular sistemas qualitativos de conhecimento. As atividades educacionais dentro do *software Dynalearn* abordam tópicos em diferentes níveis de complexidade, dependendo das

metas e configurações educacionais. Apresentam ainda um ambiente de aprendizagem interativo no qual os educandos estão no controle de suas atividades de aprendizagem, e o *software* é capaz de ensiná-los individualmente com base em seu progresso atual, suas necessidades de conhecimento e aprendizagem. Neste contexto a modelagem por meio da simulação tem demonstrado ser uma inovadora estratégia de ensino e tem contribuído para o alcance de uma aprendizagem significativa dos conteúdos.

Para fins de organização, o trabalho se divide em cinco capítulos. Este primeiro procurou demonstrar as principais questões elencadas neste estudo, problematizando o uso diversificado da tecnologia no fenômeno da cognição e os aspectos potenciais inerentes à utilização do *software Dynalearn* na prática pedagógica.

No segundo capítulo foi desenvolvido levantamento sobre as concepções e potencialidades do estudo das temáticas ambientais por meio da simulação, trabalhando essencialmente: a inteligência artificial, o pensamento sistêmico e suas nuances, a descrição técnica do *software Dynalearn*, e, por conseguinte, e por oportunidade da opção metodológica, apresentam-se os critérios utilizados para análise do *software*.

O terceiro capítulo teve como objetivo efetivar a coleta dos dados da pesquisa que neste caso foi formatada mediante uma estrutura qualitativa, em especial explicitando os sujeitos da pesquisa e demonstrando as características, potencialidades, limitações e aplicações da simulação na área educacional.

No quarto capítulo foram mensurados os resultados obtidos por meio do questionário aplicado, tendo a intenção de enfatizar a possibilidade de uso deste recurso na educação, e, finalmente, no quinto capítulo foi abordada a importância da avaliação do *software Dynalearn* e sua possível aplicabilidade no âmbito educacional.

2 PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A preocupação com o meio ambiente é uma realidade cada vez mais presente em todos os setores da sociedade contemporânea e seu debate é fundamental para a manutenção da vida no planeta. Esse debate consolida uma prática salutar de formação social e humana preocupada com os problemas ambientais, a qual emerge hoje por meio de movimentos educacionais dentro do currículo das instituições de ensino. Em consonância, o reconhecimento desta importância deve acontecer por meio de um trabalho mais abrangente no contexto acadêmico no que tange à preservação dos recursos naturais, utilizando meios que estimulem o educando e o remetam além do conhecimento em si, envolvendo-o com a proposta de ensino, proporcionando a ele consciência da magnitude e do valor do tema para uma sociedade mais evoluída.

A temática ambiental vem sendo amplamente discutida nos mais diversos segmentos. Seja abordado de forma geral ou em cenários futuros, o assunto é pauta de discussões políticas, corporativas, econômicas, sociais e acadêmicas. No que tange ao ensino superior, a Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, do Conselho Nacional de Educação, que estabelece as diretrizes curriculares para a Educação Ambiental, determinou a inserção da temática ambiental no currículo acadêmico de todas as instituições de ensino do país. Desta forma, as unidades curriculares que abarcam a questão ambiental necessitam serem trabalhadas de forma a alcançar os melhores resultados possíveis tendo em vista os múltiplos fatores envolvidos.

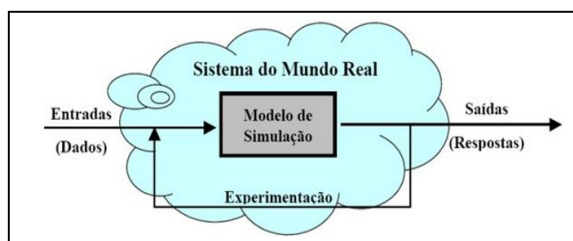
Assim, e em busca da tão necessária interdisciplinaridade que a complexidade e dinamicidade do tema exigem, faz-se necessário então a prospecção de novas abordagens que sejam capazes de desenvolver no educando o entendimento das temáticas ambientais de forma criativa, inclusive com o aproveitamento do conhecimento prévio que ele traz sobre o assunto.

Ao se pensar em metodologias que promovam maior envolvimento dos estudantes com os temas abordados em sala de aula, há de se buscar propostas inovadoras, inclusive na prospecção dos recursos tecnológicos existentes e desenvolvidos para tais finalidades.

É fato conhecido que os avanços tecnológicos trouxeram às sociedades inúmeras alterações nos processos educacionais. Tendo em vista a velocidade com que a tecnologia se renova, e por ela fazer parte do cotidiano dos grupos sociais, a aprendizagem necessita transformar-se em um processo mais dinâmico, adaptando-se à nova realidade de produções tecnológicas que são desenvolvidas para atender a demanda por conhecimento. Essas ferramentas, cada vez mais perceptíveis no trato com a educação, contribuem para um emergente redimensionamento educacional, e novas formatações devem ser dispostas para o compartilhamento de saberes e para a socialização do conhecimento. Neste cenário, a tecnologia, por meio da produção de *softwares* educacionais, contribui para o desenvolvimento exponencial de acesso a novos conhecimentos que por vias tradicionais poderiam apresentar dificuldades para serem trabalhadas.

A proposta evolutiva da informática possibilita, por meio da inteligência artificial, *softwares* cada vez mais sofisticados e com maiores funcionalidades para intervenção no âmbito educacional. Desta forma, sua utilização se torna impreterível no labor educacional por atribuírem às instituições de ensino um arcabouço ferramental que perpassa pelos mais diversos campos de atividades e saberes. Atividades tais como planejar, criar, modelar, simular, favorecem o processo de aprendizagem e estimulam o educando na solução de problemáticas inerentes ao processo. A partir do momento em que tais atividades são trabalhadas em conjunto, alcançam seus objetivos e cumprem suas funções educativas de resolução de problemas, expansão de conceitos e raciocínio crítico. Buscando caracterizar as dificuldades encontradas atualmente no ensino formal, utilizou-se o modelo básico constante na ilustração 1 para representação de um sistema em que a aprendizagem aparece como um processo, atividade ou fluxo e cada uma está relacionada com um tipo de entrada, saída e experimentação.

ILUSTRAÇÃO 1 – MODELO DE REPRESENTAÇÃO



FONTE: Adaptado de FORRESTER (1961).

A modelagem de um sistema levará em conta o objetivo e a complexidade do sistema investigado. É ampla a variedade de modelos que possuem condição de emprego no processo educacional, tais como modelos matemáticos, descritivos, estatísticos, e qualitativos, entretanto, comumente estarão formatados por entradas e saídas.

Um pressuposto de aprendizagem ainda muito presente na atualidade se fundamenta em práticas de ensino que se dão por meio da assimilação de conteúdos que se acumulam em um estoque de conhecimentos para serem acessados posteriormente. O problema desta metodologia encontra-se nas linhas de escape por onde o conhecimento é disperso em função da obsolescência ou pelo esquecimento. Um fator agravante se levanta quando se identifica que a obsolescência e o esquecimento são aumentados com o passar do tempo. O conhecimento na sua formatação de pura assimilação é perecível e não compreende o sistema enquanto processo complexo.

Isto posto, a motivação essencial desta pesquisa foi a de tratar o processo de educação no segmento das temáticas ambientais de modo a dar conta de uma necessidade de melhoria no aproveitamento do conhecimento adquirido, prestigiando aspectos de investigação, os interesses dos educandos, sua interação com os professores, colegas e, principalmente, a autonomia na busca de saberes.

Vale ressaltar que as ciências proporcionaram muitas certezas ao ser humano, mas, e principalmente no decorrer do século XX, também apresentaram inúmeras incertezas, em particular aquelas relacionadas às consequências dos avanços da tecnociência.

Segundo Morin (2011, p.17), os processos educativos necessitam contemplar a análise de cenários de incertezas nas suas metodologias, proporcionando ao educando uma iniciação em princípios de estratégias que permitam enfrentar os imprevistos, o inesperado e a incerteza, alternando seu desenvolvimento à medida que a apropriação do conhecimento proporcione reconhecer a unidade e complexidade humana.

Neste sentido, buscou-se também avaliar se o entendimento das concepções de riscos e as incertezas inerentes à problemática ambiental poderão ser tratados no contexto educacional por meio de alternativas de ensino-aprendizagem estruturadas com a dinâmica proposta pelo recurso da simulação. Assim, a principal contribuição

desta pesquisa parte da identificação de possibilidade de utilização do *software Dynalearn* no processo educacional, em especial nas instituições de ensino superior.

Para isto, buscou-se analisar se o *Dynalearn* foi desenvolvido com um ambiente dinâmico, atrativo, que possibilite a evolução em diferentes níveis de abstração, se permite a interação entre os educandos e educadores e se estimula a criatividade e autonomia na criação de modelos e simulações que proporcionem entendimento da complexidade intrínseca aos sistemas ambientais.

Dentro deste contexto, as principais preocupações de assertividade para com o desenvolvimento do *software* foram proporcionar uma interface adequada para a aprendizagem das temáticas ambientais, permitir interatividade entre os diversos atores envolvidos no processo educacional e possibilitar a criação e a interpretação de sistemas ambientais complexos.

Inúmeras são as discussões sobre as temáticas ambientais no âmbito educacional, governamental e no cotidiano, configurando assim sua extrema importância e urgência de compreensão. As temáticas ambientais tiveram seus primeiros levantes por meio dos eventos internacionais, ainda com pontos nebulosos sobre os danos ambientais, porém, com o passar dos anos, sua representatividade ganhou adeptos, importância e respeito. Entretanto, conforme aponta Dias (2004, p.36), a terminologia “temáticas ambientais” inicialmente estava associada a práticas compartmentadas de higienização de rios, plantio de árvores e programas escolares. Com a maior disseminação das propostas destes eventos e conferências, a sociedade começou a se orientar para o entendimento da complexidade que envolve esta perspectiva, não referendando mais o tratamento dela como ação isolada.

Faz-se necessária uma visão crítica e um reconhecimento da realidade onde o indivíduo se encontra alocado, pois em sua formatação, seja formal ou não formal, as temáticas ambientais devem ser críticas e inovadoras. Devem possuir uma perspectiva holística que relacione o homem, a natureza e o universo de forma interdisciplinar, objetivando a formação do cidadão em sua base de desenvolvimento pessoal e social.

Desta forma, a multiplicidade de questões que envolvem o meio ambiente tem gerado novas formas de articulações no fenômeno de cognição. No entanto, ainda é possível constatar que, em muitas situações, ocorre um descompasso entre estas novas tendências e abordagens pedagógicas que, conforme descrito por Enrique Leff (2010, p.179), “reduzem as ciências do meio ambiente a um receituário que não reflete

sobre a complexidade da problemática ambiental”, ou seja, não traduz os conceitos de pensamento reflexivo, formação de novas mentalidades, conhecimento e comportamento.

É importante enfatizar que a vida em sociedade é complexa e integra uma diversidade de fatores que interagem de forma imediata e direta nas ações humanas. Essas ações despendem conflitos sociais materiais e humanos e os riscos e incertezas que se originam desta diversidade devem ser levados em consideração no âmbito educacional. Este campo complexo emerge de ágeis alterações de macro e microssociedade, as quais devem ser consideradas na epistemologia didática das ciências, principalmente no que diz respeito ao meio ambiente. A reformulação contínua destes processos sociais transforma a sociedade em “aprendizes e mestres” (POZZO, 1996 apud LEFF, 2010), o que nos direciona a não apenas tratar de aprender, mas sim de “aprender a aprender” e “aprender coisas diferentes”, visto que a diversidade multicultural está presente em todos os âmbitos funcionais.

Esta nova configuração de complexidade inerente ao mundo contemporâneo requer uma abordagem com teor menos tecnicista e mais libertador, pois deve oferecer ao indivíduo condições de pensar, criar e criticar em detrimento a repetir os ensinamentos do educador. A nova ação pedagógica deve possibilitar ao sujeito condições que o levem a produzir conhecimento e não reprodução; deve se pautar numa visão holística de superação fragmentar dos saberes; deve reunir possibilidade de resgatar o educando em sua totalidade e considerar suas inteligências múltiplas, configurando assim uma proposta sob o viés de um paradigma inovador de educação (BEHRENS, 2005, p. 55).

As transformações oriundas das décadas finais do século XX trouxeram modificações que são constantes nos modelos de educação e nas últimas décadas houve um foco de alterações nos âmbitos econômico e sociocultural, o que influenciou de forma contundente a formatação do agir e pensar das sociedades. Na obra *Os sete saberes necessários à educação do futuro* (2011), Edgar Morin objetivou uma sistematização reflexiva para a educação no século XXI e apontou lacunas no modelo existente, propondo novo direcionamento para a escolarização moderna.

O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são, ao mesmo tempo, traduções e reconstruções cerebrais com base em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. [...] Este conhecimento, ao mesmo tempo tradução e reconstrução, comporta a interpretação, o que introduz o risco do erro na subjetividade do conhecedor,

de sua visão do mundo e de seus princípios de conhecimento (MORIN, 1999, p.19-20).

Quando se discute o conhecimento, é necessário perceber que ele não é absoluto, possui um início e um fim, e este percurso inevitavelmente sofrerá interpretações por quem o recebe. As ciências do meio ambiente se encontram em processo de construção e sua perspectiva primeira está em proporcionar o diálogo permanente entre as mais diversas áreas do conhecimento. Surgem como fiel depositária de uma visão sócio histórica herdada de um descontrole tecnocientífico e concomitantemente buscam agir de maneira a romper com este conjunto de pensamento para prover uma nova possibilidade humana de regulação da vida (LEFF, 2010, p.181).

Edgar Morin (2011, p.19) aponta para a geração de uma inteligência cega que desconstrói os conjuntos isolando os objetos de seus ambientes. O rizoma tecido pela complexidade afirma que a vida se desenvolveu em sincronia com o planeta e não em uma esfera morta, assim ambos participam coativamente no seu desenvolvimento e/ou degradação.

Leff (2010, p.181) afirma que a filogênese cultural contemporânea demanda uma aprendizagem inovadora para as questões ambientais. Aprendizagem esta que proporcione aos estudantes conjecturas de autonomia criativa para solução de problemáticas cotidianas. Este redimensionamento deve se perfazer por meio do diálogo entre a complexidade educativa e social, sendo também necessário que os saberes e o conjunto de forças legitimadas pela modernidade, entre elas a simulação de cenários, abarquem condições de tratar de forma antecipatória questões em que existam riscos associados.

Os aspectos preliminares se baseiam em premissas que conduzem a efetivar uma espécie de reengenharia no processo acadêmico. Suas diretrizes abarcam as relações entre educando e educador no tocante às práticas em sala de aula, à concepção do que se imagina como aprendizado e às concepções ideológicas científicas. Perifericamente perpassam atenuantes sobre a concepção de material didático, atuação profissional, conhecimentos adquiridos e metodologias de ensino (BAZZO, 1998, p. 262-267).

Na sociedade contemporânea a docência praticada por meio da utilização da modelagem possibilitada pela realidade aumentada é vista como possibilidade de atender a uma demanda emergente que se contextualiza a partir da sociedade da

informação. Seu emprego possui uma potencialidade ativa de compreender os desafios inerentes à proposta das temáticas ambientais. Seu manuseio na prática educativa poderá atribuir dimensões qualitativas perceptíveis quando proporciona a possibilidade de temporizar a ocorrência de determinado fato, localizando-o e temporizando-o em seu tempo presente (SANTOS, 2002, p.47).

Justifica-se o estudo desse tema face ao sistemático agravamento da crise ambiental que o planeta atravessa, reflexo da falta de dinamicidade e significação do ensino das temáticas ambientais quando da formação de profissionais nas graduações. É sabido que as temáticas ambientais trabalhadas de forma significativa por meio da simulação de sistemas dinâmicos passam a ser a ferramenta necessária para um processo de formação educacional, assumindo um papel relevante para o exercício de qualquer profissão (LEFF, 2010, p.58). Considerados todos estes fatores, o objetivo deste trabalho é o de analisar sob aspectos educacionais o *software Dynalearn* visando aumentar a significação e o valor percebido pelo estudante diante das temáticas ambientais, sendo analisados seu segmento de simulação e seu recurso de modelagem.

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Bazzo (1998, p.27), o paradigma que predomina na sociedade contemporânea aponta para uma necessidade emergencial de informações claras sobre os riscos inerentes às questões sobre meio ambiente. O autor indica o processo de ensino e aprendizagem das temáticas ambientais como possibilidade de regulação das consequências desastrosas que seu negligenciamento pode trazer à sociedade.

Vale ressaltar que Bazzo incentiva a inserção da tecnologia nesta mediação, entretanto, busca a articulação do poderio tecnológico às dimensões de sociedade e ciência. Seu enfoque está em proporcionar análises realísticas prováveis que efetivamente provoquem modificações pertinentes na crise ética, moral e ambiental vivenciada na atualidade.

Para ele, o processo educativo não deve colaborar para um individualismo, e muito menos para um formalismo acadêmico cientificista compartimentado. Acredita, sim, em dar significação à faculdade de aprendizado sob um aspecto reflexivo ao campo do conhecimento e à vivência do homem como ser social.

Suas abordagens possibilitam o delineamento de uma ação estrutural capaz de elaborar conteúdos pragmáticos que colaborem para aprimoramento das relações pedagógicas desempenhadas nas salas de aula, contribuindo para refutar a fragmentação curricular dos conteúdos escolares. O autor busca dimensionar não somente os mecanismos e a repercussão da tecnologia, mas também propiciar cognição orientada para sua utilização de formas socialmente mais aceitáveis (BAZZO, 1998, p.59).

De acordo com a *Conferência Internacional sobre os sete saberes necessários à Educação do presente* (2010), “é fundamental criar espaços dialógicos, criativos, reflexivos e democráticos capazes de viabilizar práticas pedagógicas fundamentadas na solidariedade, na ética, na paz e na justiça social”. Tal como antecipado por Papert (1994), a proposta de utilização de ferramentas tecnológicas na educação remete o processo de ensino a uma transformação que possibilita a supressão de modelos tradicionais de aprendizagem e possibilita a criatividade metodológica do educador.

As dimensões de complexidade dos saberes ambientais implicam em uma racionalidade particular específica em ser e estar no mundo. Tais perspectivas estão em consonância com o desenvolvimento de oportunidades e competências que desarme a neutralidade individualista dos educadores e educandos, visando um repensar da sociedade sob um viés de responsabilidade para com a biosfera.

A tecnologia e a informação se encontram inseridas no dia a dia da sociedade contemporânea e este fato desencadeia uma avalanche de alterações nos processos tradicionais de aprendizagem. Cabe a título de esclarecimento lembrar que, no que tange às temáticas ambientais, a busca desta sociedade da informação objetiva postulações interativas globais, da mesma forma fundamenta questões socioambientais em suas proposições. Desta forma, deve-se analisar o contexto da educação sobre os aspectos de método, objeto e valores.

As propostas de interfaces computacionais na educação comportam os desafios de se desenvolver e utilizar metodologias de ensino que venham a estruturar a formação de um cidadão capacitando-o a enfrentar de forma colaborativa e criativa as problemáticas sociais. Para clarear tal desafio, na sequência delineiam-se noções sobre simulação, inteligência artificial, pensamento sistêmico, planejamento por cenários, e realiza-se a apresentação técnica do *software Dynalearn* que, atuando em conjunto com os recursos computacionais, aproximam a possibilidade da

aprendizagem significativa, postando a interatividade entre elas como condição ainda maior para a ampliação cognitiva.

2.2.1 Simulação

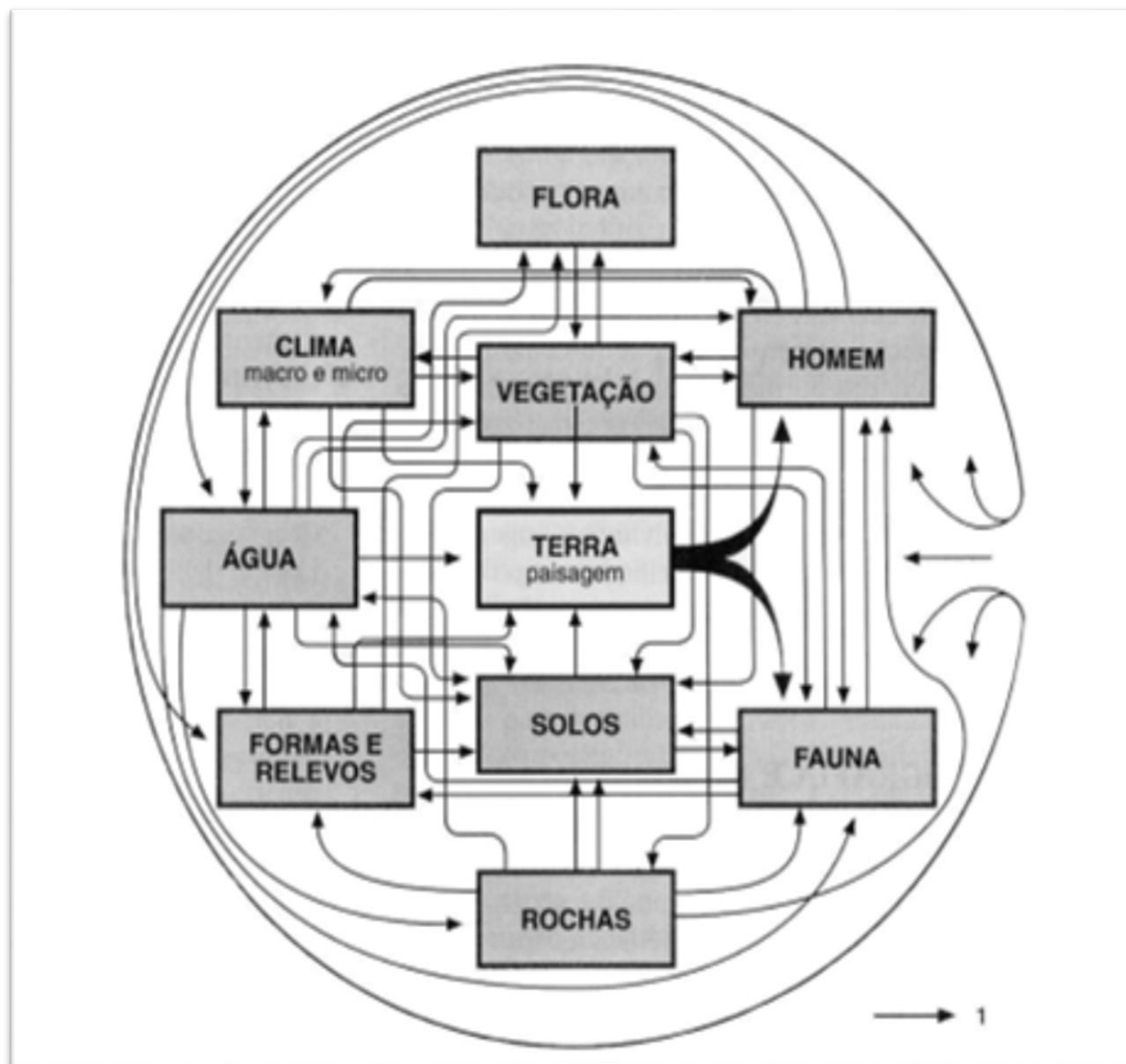
A prática da simulação como procedimento metodológico da educação visa atender aspectos que referenciem o entendimento dos conceitos e dos conhecimentos envolvidos na pesquisa científica. Assume o propósito de regulação do conhecimento em situações particulares, e face à facilidade de operação propõe a generalização e a abstração necessárias para a cognição significativa (MOREIRA; CALEFFE, 2008).

Desta forma, a simulação enriquece o processo educativo abarcando conceitos de antecipação de conhecimentos que venham a favorecer alterações conceituais qualitativas nos eventos, referenciando sempre a relação causa e efeito. Sua ideia fundamental no contexto educacional está em considerar que, frente à determinada problemática, o educando terá possibilidade de simular e interagir, posicionando-se mediante as informações que lhe são atribuídas, gerando modelos que conotam também em um processo de estímulo-resposta no exercício interativo. (CHRISTOFOLETTI, 2002)

Como exemplo, utilizar-se-á proposição esquematizada na figura a seguir buscando demonstrar o inter-relacionamento básico e as interdependências que compõem o prisma das temáticas ambientais no ensino. Esta perspectiva não abrange apenas um contexto ecológico e não restringe a ação humana em pequena participação, mas demonstra especificamente que por si a estrutura do complexo natural já infere a extraordinária ecodinâmica dos sistemas.

Nesta construção, ao trabalhar as temáticas ambientais no âmbito educacional identificam-se cada vez mais elementos diferentes, apontando diversas perspectivas sobre o mesmo evento, mas tendo-as como um conjunto totalizante de informações agregadas a determinado fenômeno. Logo, a interação com as práticas educacionais deve abranger não só as causas e consequências dos fenômenos, mas toda a dinâmica que compõe o sistema e os subsistemas da vertente, de modo que a apropriação da informação do conteúdo se constitua pela vivência e pela acessibilidade a ferramentas tecnológicas mais complexas incutidas no meio educacional.

ILUSTRAÇÃO 2 - COMPLEXIDADE ECODINÂMICA



FONTE: Adaptado de ZONNVELD (1979, *apud* CHRISTOFOLETTI, 2002, p. 39).

Na educação voltada para o meio ambiente os cenários possíveis em função das mudanças ambientais não é a única dimensão de utilização da ferramenta de simulação, ela tem também como funcionalidade o planejamento estratégico e a previsão, possibilitando a implicação de planos alternativos através da análise das tendências e projeções do modelo. Deste modo, as diretrizes metodológicas educacionais sobre modelagem constituem pontes entre a observação e a proposição teórica, a análise de casos e a manipulação de variáveis pelos educandos, ampliando seus conhecimentos e significando seus saberes.

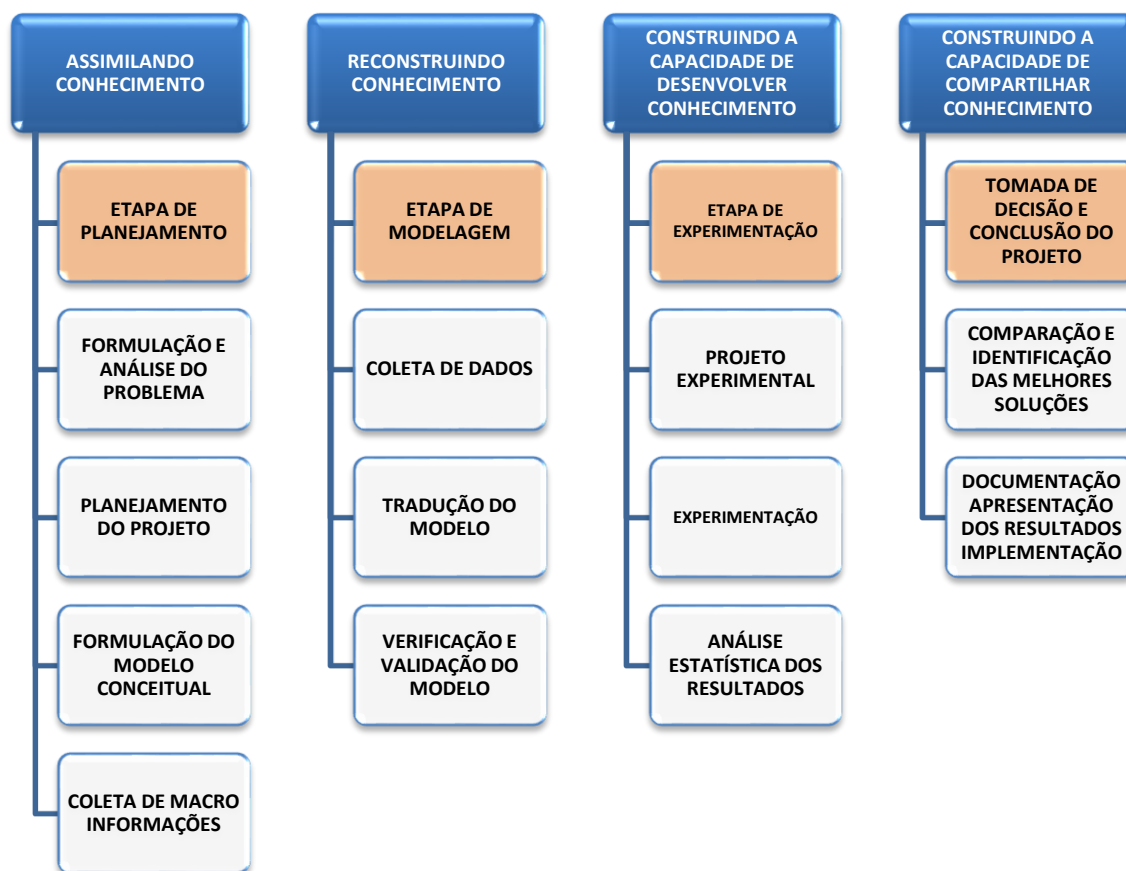
A simulação pode ser considerada como instrumentalização metodológica da produção do conhecimento. A sistematização ambiental, produto da construção modelar através de ferramentas computacionais, apresenta-se como hipótese científica, necessitando ser avaliada como teste para sistemas ambientais focados, desde que acompanhados de critérios e normas metodológicas. Conforme as palavras de Christofolletti (2002, p.19),

A simulação constitui procedimento teórico envolvendo um conjunto de técnicas com a finalidade de compor um quadro simplificado e inteligível do mundo, como atividade de reação do homem perante a complexidade aparente do mundo que o envolve. É procedimento teórico, pois consiste em compor uma abstração da realidade, em função das concepções de mundo, trabalhando no campo da abordagem teórica e ajustando-se e/ou orientando as experiências empíricas.

Nessa abrangência, a simulação ambiental tem a função de representar os fenômenos da natureza e de estabelecer delineamentos para a elaboração de novas hipóteses no contexto das teorias ou leis físicas, favorecendo que os enunciados sejam formulados de modo adequado para testes visando à ratificação ou refutação. Sob esse aspecto, os modelos surgem como configuração de hipóteses e explicações preliminares ou ratificadas. Os modelos podem assumir a formulação qualitativa ou quantitativa, expressa em termos lógicos ou matemáticos, e referem-se aos objetivos descritos ou declarativos. A significância envolve-se também com o diagnóstico e com a previsão, sendo básicos aos procedimentos de simulação (CHRISTOFOLETTI, 2002, p.19).

Na figura seguinte são apresentados os passos para formulação de hipótese por meio do processo de simulação, no qual são identificados quatro procedimentos de aprendizagem: (1) assimilando conhecimento: o que remete à formulação do problema e ao planejamento do estudo, trata-se da apresentação clara dos objetivos e questões a responder; (2) reconstruindo conhecimento: nesta fase as informações macro são trabalhadas de forma mais aprofundada para se alcançar a tradução do modelo e de forma concomitante aplicam-se a verificação e a validação da hipótese levantada; (3) construindo a capacidade de desenvolver conhecimento: aponta para o tratamento do projeto experimental desenvolvido pelo educando, a experimentação e análise dos resultados; (4) construindo a capacidade de compartilhar conhecimento: nesta fase a tomada de decisão acontece por meio da comparação e troca de informações sobre a melhor solução encontrada.

ILUSTRAÇÃO 3 – ETAPAS DO PROCESSO DE SIMULAÇÃO



FONTE: Adaptado de FORRESTER (2002).

O fluxo ora apresentado possui desenvoltura ativa, diferente da proposta de aquisição pronta de conhecimento que estabelece postura passiva; na proposta em que a passividade é característica o educando não absorve e também não assimila o conhecimento, pois não possui o conjunto de relações. Sob a perspectiva do fluxo de abordagem efetivado por meio da simulação os educandos estão descobrindo e interpretando as conexões dos sistemas complexos e diante da significação da aprendizagem tendem a reter por maior tempo o conhecimento de que se apropriaram.

Ocorre também que não é apenas a retenção do conhecimento por maior tempo que diferencia esta abordagem, sua principal virtude está em trabalhar com o conhecimento figurativo e operativo. Neste processo, o educando encontra meios para tornar a criar problemáticas já desenvolvidas anteriormente. Este experimento estimula o entendimento do problema em si, e, sobretudo, desenvolve modelos

mentais mais amplos que permitirão transversalidade para outras áreas do conhecimento.

Neste sentido, a capacidade investigativa da simulação de cenários potencializada pela tecnologia da inteligência artificial na educação busca transformar o processo educativo e pode propiciar melhores abordagens para analisar a imprevisibilidade de sistemas complexos, buscando minimizar as incertezas na previsão.

2.2.2 Inteligência Artificial e Raciocínio Qualitativo

A inteligência artificial vem sendo aprimorada e utilizada nos mais vastos campos da sociedade, e oportuniza inúmeras reflexões sobre o pensamento humano. Esta ramificação da ciência busca através da computação construir programas dotados de inteligência que estejam aptos a auxiliar o ser humano em suas atividades mais cotidianas. Sua característica principal encontra-se na capacidade de raciocínio, e sua busca está em proporcionar ao ser humano mais liberdade temporal, possibilitando-lhe desenvolver outras tarefas correspondentes à potencialidade do raciocínio humano, entre elas o relacionamento com a família, a humanidade, o lazer, as artes, entre outras atividades.

A inteligência artificial é a configuração última da evolução tecnológica dos computadores, sua proposta é ser configurada de forma similar à humana por meio de processos inorgânicos e *softwares*. Trata-se de um promissor campo de estudos acadêmicos.

Apesar de poderem ser encontrados anteriores exemplos de Inteligência Artificial no decorrer da história humana, quem cunhou o termo foi o cientista da computação norte-americano John McCarthy, em 1956, atribuindo-lhe a seguinte definição: "a ciência e engenharia de produzir máquinas inteligentes" (LUGER, 2004, p.23). Ele postulou também que a Inteligência Artificial é "fazer a máquina comportar-se de tal forma que seja chamada inteligente caso fosse este o comportamento de um ser humano" (McCARTHY, 1956, Conferência de Dartmouth).

Na literatura encontram-se outras definições de inteligência artificial com pontos de vista diferentes, como apresentado por Russell e Norvig (apud ROSA, 2011, p.3):

QUADRO 1 - DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Sistemas que pensam como humanos	Sistemas que pensam racionalmente
“O novo e excitante esforço para fazer computadores pensarem... <i>máquinas com mentes</i>, no sentido literal e completo” (Haugeland, 1985). “A automação de atividades que nós associamos com o pensamento humano, atividades como tomada de decisões, soluções de problemas, aprendizado...” (Beliman, 1978).	“O estudo de faculdades mentais através do uso de modelos computacionais” (Chaeniak e McDermott, 1985). “O estudo de computações que tornem possível perceber, raciocinar e agir” (Winston, 1992).
Sistemas que agem como humanos	Sistemas que agem racionalmente
“A arte de criar máquinas que realizam funções que requerem inteligência quando realizadas por pessoas” (Kurzweil, 1978). “O estudo de como fazer os computadores realizarem tarefas as quais, até o momento, as pessoas fazem melhor” (Rich e Knight, 1994).	“Um campo de estudo que busca explicar e emular comportamento inteligente em termos de processos computacionais” (Schalkolf, 1990). “O ramo da ciência da computação que se preocupa com a automação do comportamento inteligente” (Luger e Stubblefield, 1993).

FONTE: Adaptado de RUSSEL e NORVIG (1995).

O desenvolvimento da Inteligência Artificial propiciou o surgimento de *softwares* de simulação que permitem a análise qualitativa de determinado ambiente, suas causas e consequências. Permitem, por exemplo, por meio da criação de modelos integrar conhecimentos de diversas áreas e disciplinas e aplicá-los na investigação de determinada problemática ambiental. Muito utilizado na educação, este processo abre condições para o estudante criar seus próprios diagramas e analisar cada ação e reação gerada.

Neste sentido, algumas áreas da Inteligência Artificial, como o Raciocínio Qualitativo, podem ser de grande valia para o ensino das temáticas ambientais e disciplinas afins, pois a construção de modelos qualitativos agiliza o processo de aprendizagem, que se dá pela representação explícita de situações, processos e relações causais. A construção e a exploração de modelos permitem que educandos

e educadores percebam a complexidade de um fenômeno a ser investigado, incluindo as suas nuances e incertezas.

A utilização da simulação sob o prisma do Raciocínio Qualitativo possui a condição de predizer e explicar o modelo desenvolvido. Permite ao modelador estruturar um ambiente e mensurar o comportamento deste sistema, testar uma hipótese e revisar suas causas e consequências. Propicia também encorpar o processo de aprendizagem por meio da interação com o simulador, formalizar saberes conceituais e conjecturar premissas qualitativamente relevantes (SALLES, 2005, p.2).

Sob a tutela de programas baseados em Raciocínio Qualitativo, a análise de um conjunto de agentes se faz possível, atribuindo condições de previsibilidade em um contexto que emerge necessitando de ações preventivas. Salles et al. (2005, p.3) e Bredeweg (2004) apresentam a simulação qualitativa como prospecto de estruturação de uma nova visão educacional, remetendo à ideia de “aprender fazendo”, permitindo a interação e a experimentação num procedimento heurístico. Entre as possibilidades do processo de modelagem e simulação está a condição interativa de aumentar ou ampliar resolutamente a complexidade do sistema e permite avaliação constante e prévia dos riscos apresentados a fim de antecipar prognóstico para a solução de problemas. À medida que a estruturação apresenta maior complexidade o sistema passa a trabalhar com novas problematizações não previstas, o que necessariamente instiga o modelador a investigar novas possibilidades, pois ele observa que os agentes estão inter-relacionados e acarretam inferências em todo o conjunto.

As investigações dos agentes neste caso são abstrações que representam parte das propriedades de tudo o que eles representam. Neste aspecto dois tipos de representações podem ser distinguidos: representações conferidas pelo ser humano em sua mente, chamadas de representações mentais internas ou cognitivas, e as representações externas ou simulações (ZHANG, 1997).

A maioria das representações internas são tipicamente referidas como conceitos ou ideias, são abstrações, e as externas são artefatos transferíveis que retratam conceitos e ideias usando símbolos. As representações atuam sob os pressupostos do Raciocínio Qualitativo que se tornam uma metodologia particular de apresentar teorias científicas. Essas simulações capturam o comportamento possível de um sistema e fornecem uma explicação de por que esse comportamento ocorre.

O Raciocínio Qualitativo pode contribuir para a educação de diversas maneiras. Em primeiro lugar, permite a modelagem e a simulação de sistemas que são considerados essenciais para a educação científica, principalmente quando aplicados em um ambiente de modelagem. Pode ser considerada uma forma de aprendizagem ativa, pois os educandos estão envolvidos em um processo de criação, teste e revisão que podem representar seus próprios modelos mentais (SALLES, 2011, p.29).

Em consonância, os educandos podem desenvolver conhecimentos aplicando-os ao sistema em diferentes níveis, o que auxilia no alcance das metas educacionais, possibilitando que eles demonstrem compreensão através da aplicação de seus conhecimentos e competências nas situações problematizadas. A simulação também incentiva a reflexão, pois quando os resultados são diferentes do esperado, os educandos necessitam alterar suas expectativas e melhorar seu modelo.

Nesta sistematização a aprendizagem por erros possui valorização quando reconhecido que o educando identifica a necessidade de ajustar e refinar a estruturação do modelo, e o aprendizado prossegue por meio de uma hierarquização de maior complexidade quando se obtém sucesso no empreendimento antecessor. Sua potencialidade busca desenvolver no educando competências que o habilitarão para o entendimento básico da relatividade de causalidade, induzindo ao aprofundamento de compreensão do modelo, tal como proposto por Salles (2005) e Machado (2003).

Desta forma, a inteligência artificial e os modelos qualitativos buscam propiciar oportunidade de enfrentamento dos desafios que serão inerentes ao futuro das sociedades educacionais, e a justaposição destes dois pressupostos cria a possibilidade de entendimento do pensamento sistêmico, que é inerente a todo e qualquer bioma existente no planeta.

2.2.3 Pensamento sistêmico

Durante os anos 1950, Jay Wright Forrester, engenheiro norte-americano, buscando auxiliar a administração de sistemas industriais complexos, desenvolveu a Dinâmica de Sistemas, tendo sua fundamentação básica publicada no livro *Industrial Dynamics*, em 1961.

Sua abordagem é composta por três áreas de conhecimento: a engenharia de controle e pressupostos de realimentação e autorregulação; a cibernética e a função

da informação em sistemas de controle; e a teoria da decisão em organizações humanas. Ainda em 1961, Forrester denotou os avanços na tecnologia de computação como princípio fundamental para a evolução da modelagem, visto que esta tornaria possível a elaboração de simulações complexas.

O objetivo fundamental de sua abordagem estava dirigido inicialmente para problemas dinâmicos da administração industrial, assim como para problemáticas gerenciais e instabilidade da força de trabalho. Porém, sua metodologia passou a abarcar um vasto leque e nuances de estudos, passando então a utilizar a modelagem em sistemas urbanos, econômicos e ecológicos.

O pensamento sistêmico se traduz como o processo de entender como diversos agentes se influenciam dentro de um todo (ANDRADE, 2016). Na natureza, os exemplos de sistemas de pensamento incluem ecossistemas em vários elementos, como ar, água, movimento, plantas, animais e como trabalham juntos para sobreviver.

O pensamento sistêmico também foi definido como uma abordagem para resolução de problemas como partes de um sistema geral; ao invés de reagir a uma parte específica, resultados ou eventos, potencialmente contribuem para o desenvolvimento de consequências não intencionais. Desta forma, o pensamento sistêmico não se transforma em uma ação específica, mas em um conjunto de práticas dentro de uma estrutura que se baseia na possibilidade de que as partes que compõem um sistema podem ser melhor compreendidas no contexto das relações entre si e com outros sistemas, e focaliza a causa e o efeito cíclico em lugar de lineares (ANDRADE, 2016, p.63).

Nos sistemas científicos argumenta-se que a possibilidade de entender um problema ou elemento acontece por entender as partes em relação ao todo. O pensamento sistêmico científico busca demonstrar que os eventos são separados pela distância e pelo tempo, e que pequenos eventos podem causar grandes mudanças em sistemas complexos. Pode-se então reconhecer que uma alteração em uma área de um sistema pode afetar de formas adversas diferentes áreas de um mesmo sistema.

Desta forma, identifica-se que um sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados que forma um todo único. Elementos individuais como as plantas, as pessoas, as escolas, as bacias hidrográficas ou as economias são sistemas próprios e, ao mesmo tempo, não possibilitam sua total compreensão para além dos sistemas maiores em que existem. Tendo isto em vista, o pensamento sistêmico se apresenta

como um integrante fundamental da escolaridade para o estudo das temáticas ambientais. O enfoque por meio da abordagem de sistemas auxilia os jovens a entender a complexidade do mundo que os permeia e os incita a desenvolver um pensamento em termos de relacionamento, conexão e contexto. Conforme as palavras de Chiavenato (1993, p.481),

O aspecto mais importante do conceito de sistema é a ideia de um conjunto de elementos interligados para formar um *todo*. Esse *todo* apresenta propriedades e características próprias que não são encontradas em nenhum dos elementos isolados.

O pensar sistêmico condiciona várias alterações na percepção que levam a novas formas e maneiras de ensinar e a outras possibilidades de organizar as instituições e a sociedade. Quando o foco é deslocado das partes para o todo, é possível o entendimento mais claro sobre as conexões entre os diferentes elementos. Ou seja, ao tratar determinado assunto sobre as temáticas ambientais, ele necessita ser tratado dentro de um contexto que remeta ao seu cenário natural.

Em sistemas, o relacionamento entre as partes individuais muitas vezes é mais relevante do que as partes. Não se trata mais um ecossistema como sendo uma coleção de espécies, mas sim seres vivos que interagem uns com os outros em seu meio ambiente. Nas relações de escolaridade a perspectiva de sistemas trabalha e enfatiza metodologias baseadas em relacionamento, cooperação e consenso entre os educandos, educadores e a comunidade escolar como um todo. Esta alteração de visão possibilita às instituições de ensino a concentração na aprendizagem por projetos em vez de currículos prescritivos e encoraja também os educadores a assumirem o papel de facilitadores e companheiros de aprendizagem ao modo de especialistas que dispensam conhecimento. Outro aspecto relevante desta mudança está no modo pelo qual o educando soluciona um determinado problema, pois em face da complexidade do pensamento torna-se mais importante a forma de resolução do que a mera obtenção de resposta certa a determinada indagação. Isso pode levar, de forma significativa, a entender que as maneiras pelas quais se tomam as decisões são tão importantes quanto as decisões tomadas.

2.2.4 Pensamento complexo e ciclos de realimentação

Forrester (1969) conceitualiza sistema complexo para referir-se às estruturas de realimentação ou ainda alimentação de retorno, constituindo assim a função do sistema que compara a saída com um padrão ou critério previamente estabelecido.

O ordenamento de um sistema em função de seus múltiplos enlaces transforma a realimentação em um monitor que possui a função de guia de acompanhamento e controle, definida pelo número de variáveis existentes. Possuirá três aspectos:

- número de estados (níveis);
- natureza não linear das interações;
- número de enlaces de realimentação.

A combinação dos aspectos supracitados possui a dinâmica de originar comportamentos inusitados que colocam os resultados de suas operações nem sempre em possibilidades conhecidas e identificáveis (FORRESTER,1961).

Tendo em vista o resultado sempre complexo dos elementos e a interação contínua com o ambiente, os sistemas complexos normalmente possuem dois tipos de rotações de realimentação no trabalho. As rotações de realimentação permanecem então equilibrando, de modo que os desvios de algum alvo desejado são seguidos por ações para direcionar o sistema de volta para seu objetivo. Um exemplo de fácil compreensão está em nosso corpo enquanto sistema que mantém a temperatura, o açúcar no sangue e outros processos vitais sob controle.

Outra rotação de realimentação são os autorreforçadores que, condicionados sob certas condições ambientais, desviam-se em algum ponto de partida e concorrem para mudanças que direcionam o sistema para ainda mais longe de seu objetivo. Pode-se exemplificar pelo câncer e a replicação viral como rotação de realimentação autorreforçados, que podem ser fatais se não forem controlados por um estado de equilíbrio.

Os sistemas mais complexos contêm *loops* de realimentação balanceados e autorreforçados, e o comportamento do sistema geral pode mudar drasticamente dependendo de qual rotação se torna dominante em qualquer ponto no tempo. Como descreveu a cientista ambiental Donella Meadows (1972, p.75),

determinado processo ou efeito e analisa os problemas existentes para que a ação corretiva possa ser tomada (MARUYAMA, 1963, p. 165).

O Diagrama de Causa e Efeito busca identificar e conhecer possíveis causas qualitativas, ou a falta delas. A estrutura fornecida pelo diagrama auxilia o professor a pensar de forma sistemática, o que ajuda a determinar as causas de um problema ou característica qualitativa por meio de uma abordagem estruturada, encoraja a participação do grupo e utiliza o conhecimento em grupo no processo. Sua utilização tem formato ordenado e de fácil leitura e aumenta o conhecimento do processo, ajudando todos a aprender mais sobre os conteúdos trabalhados, como eles se relacionam e, a partir de sua análise, tratar o planejamento de cenários para solução do problema.

2.2.5 Planejamento por cenários

Contemporaneamente a forma com que se lida com as conexões dos sistemas enquanto processo de educação pode definir um curso de maior significação para os educandos em face de incertezas permanentemente presentes no cotidiano. As incertezas sobre o futuro por vezes colapsam em uma única linha de previsão, o que equivale a abdicar da responsabilidade educacional, o que se traduz em um salto direcionado ao escuro.

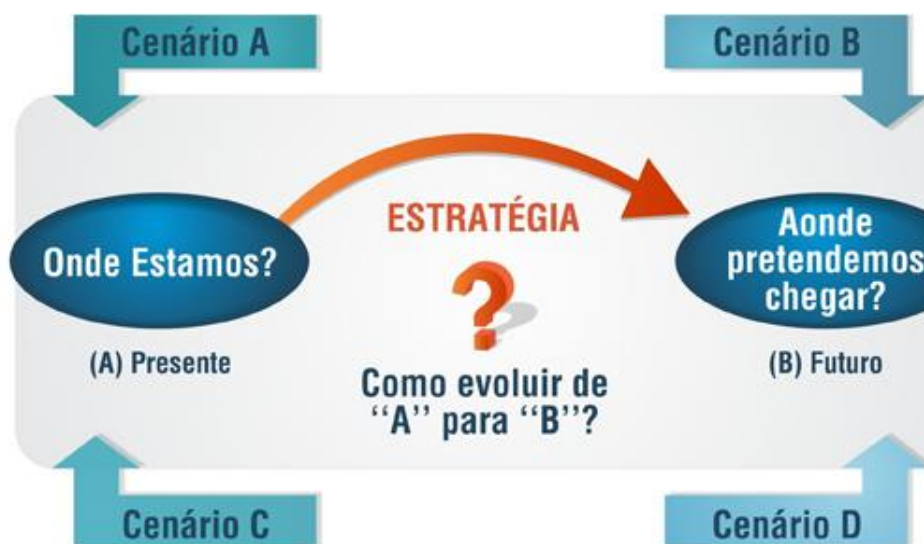
Necessariamente encontrar melhores estratégias metodológicas se traduz como um caminho inevitável para a melhoria da aprendizagem no contexto educacional. O pensar por cenários na perspectiva da educação busca trabalhar diferentes ambientes futuros plausíveis como sendo a possibilidade de continuar se interrogando sobre determinado assunto enquanto se desenrolam no futuro. O planejamento de cenários tem como foco a conversa estratégica perene tanto na educação formal como informal²; sua adaptação às mudanças é um dos principais desafios para os educadores e educandos quando buscam aumentar seu campo de ação enquanto se apropriam do conhecimento em voga.

O planejamento por cenários é uma metodologia sistêmica que criativamente trata sobre a possibilidade futura de contextos complexos e incertos. Sua ideia central

² **Educação Informal.** É resultado das ações que permeiam a vida do indivíduo. Ocorre nas experiências do dia-a-dia, tem função adaptadora e os conhecimentos adquiridos são passados para as gerações futuras (CHAGAS, 1993, p.56).

é considerada por inúmeras condições de futuros possíveis que incluem conexões entre os sistemas e subsistemas quando relacionados com o ambiente geral, retirando seu foco de uma previsão exata em um único resultado (HEIJDEN, 2004). Seu objetivo está em reunir os métodos existentes para desenvolver um planejamento educacional que seja adequado metodologicamente ao contexto no qual se inserem no presente, identificando possibilidades estratégicas e conexões para alcançar onde se pretende chegar no futuro.

ILUSTRAÇÃO 5 – FLUXO PLANEJAMENTO POR CENÁRIOS



FONTE: Adaptado de HEIJDEN (2004).

Nas temáticas ambientais uma definição razoável de previsão está condicionada à distribuição de probabilidades de variáveis ecológicas específicas a um determinado futuro. Uma previsão ecológica possui três problemas fundamentais: incerteza, contingência e reflexividade (CARPENTER, 2002). Na maioria dos casos, a incerteza nas temáticas ambientais não é rigorosamente avaliada. Em particular, o problema da incerteza do modelo é muitas vezes ignorado nos estudos sobre meio ambiente, embora os métodos estatísticos estejam disponíveis para abordar a questão. Os cenários foram inicialmente desenvolvidos por Herman Kahn, que trabalhou na RAND Corporation, um instituto de pesquisa independente com laços

estreitos com os militares dos Estados Unidos da América. Ele produziu previsões baseadas em vários cenários construídos sobre o futuro da guerra fria (KAHN,1967).

Apesar do planejamento por cenários possuir seu levante com direcionamento para utilização em meio à disputa entre nações, um cenário pode ser utilizado de inúmeras maneiras. Sua utilização refere-se à continuação esperada de uma situação e sua usabilidade nas ciências do meio ambiente tem uma infinidade de possibilidades. Por exemplo, a previsão de extinção de uma espécie nos próximos 10 anos, ou mesmo o efeito do crescimento populacional, e até uma possível desertificação planetária.

Embora essa abordagem descreva situações futuras, o planejamento de cenários investe no presente muito mais esforço para construir alternativas inovadoras, integradas e provocativas, fato que colabora diretamente para uma maior intensidade de envolvimento do educando no momento de criação de determinado cenário futuro, principalmente quando emerge sob condições que envolvam a simulação, inteligência artificial e raciocínio qualitativo.

2.2.6 Descrição técnica do *software Dynalearn*³

Com o objetivo de desenvolver novas abordagens capazes de trabalhar junto aos educandos as temáticas ambientais, professores da Universidade de Brasília e de sete instituições da União Europeia desenvolveram o *software Dynalearn* de Inteligência Artificial. Ele se insere na categoria de programas que têm a capacidade de “pensar” qualitativamente a respeito das propriedades físicas de determinado ambiente, buscando compreender o significado das informações que lhe são oferecidas por meio de simulações de sistemas complexos. O *Dynalearn* se apresenta como um sistema para a aquisição de conhecimento conceitual direcionado para o contexto de ensino das ciências do ambiente e áreas afins, pois, com base em técnicas de raciocínio qualitativo possibilita:

- capturar a interpretação humana da realidade;
- estudar seu comportamento mediante simulação;
- representar sistemas mediante modelos;

³ Muitas das informações constantes nesta seção foram obtidas diretamente no site do *software Dynalearn*. Disponível em: www.dynalearn.eu.

- descrever os sistemas com variáveis qualitativas.

A simulação, como já apresentado anteriormente é considerada fundamental para a cognição humana e para a investigação científica (SCHWARZ, 2005). Ela auxilia os educandos a expressar e externalizar seus pensamentos, visualizar e testar componentes de suas teorias, tornar seus conteúdos mais interessantes e contribuir significativamente para a melhoria da educação científica.

Desta forma, uma nova classe de ferramentas de construção de conhecimento está surgindo, e utiliza representações lógicas (simbólicas, não-numéricas) para expressar o conhecimento dos sistemas conceituais (FORBUS, 2005). Diferentemente das ferramentas numéricas, essas ferramentas empregam um vocabulário próprio para que os usuários construam explicações para fenômenos originados de sistemas complexos e como eles se comportam. A utilização de interfaces gráficas por meio da simulação aperfeiçoou a usabilidade das ferramentas computacionais tornando-as mais comuns na prática profissional da educação (SALLES, 2011).

O ambiente de aprendizagem interativo *Dynalearn* pode ser considerado como um membro desta nova classe de ferramentas. Seu desenvolvimento é diretamente motivado por necessidades específicas que lhe atribuem três características estratégicas: (1) os espaços de trabalho para a construção modelar, que auxilia os alunos a expressar e simular conceitualmente a natureza de sua experiência e possibilita condições de representar de forma organizada e em sequência a complexidade crescente de um sistema; 2) os usuários possuem controle sobre as atividades, o que fornece autonomia pessoal ao mesmo tempo em que o *software* proporciona aprendizagem individual com base no progresso e metas pedagógicas estabelecidas; (3) sua abordagem busca envolver e motivar de forma personalizada a interação entre os atores envolvidos no processo de ensino.

O Projeto *Dynalearn* utiliza uma abordagem baseada na simulação de cenários e fornece uma ferramenta cognitiva individualizada para a aquisição de conhecimento conceitual. Sua abordagem de simulação baseia-se no Raciocínio Qualitativo, meio pelo qual se permite capturar e simular conhecimentos de sistemas qualitativos (FORBUS, 2005). As atividades educacionais dentro do *Dynalearn* possuem diferentes níveis de complexidade, e sua utilização dependerá dos objetivos

educacionais e dos cenários a serem problematizados em sala de aula (SALLES; BREDEWEG, 2005).

O Projeto *Dynalearn* objetivou no desenvolvimento de seu ambiente de trabalho a inserção de determinadas propriedades que são fundamentais em seu ciclo operacional:

- apresentar ambiente para simulação e modelagem conceitual de sistemas dinâmicos;
- ser atraente para os alunos;
- ser capaz de fornecer *feedback* para os alunos;
- reutilizável pelo aluno.

Voltado para educadores e educandos, o *software* permite a simulação de causas e consequências de determinados eventos relacionados ao meio ambiente por meio da representação de modelos e cenários futuros que integram conhecimentos provenientes de diversas áreas do conhecimento, facilitando assim o desenvolvimento de projetos interdisciplinares. O próprio educando poderá criar modelos qualitativos e analisar cada ação e reação gerada a partir de, por exemplo, uma alteração do ecossistema, seja de causa natural ou pela ação antrópica. Durante o processo, o educando terá condições de relacionar seu modelo com outros modelos concebidos por outros usuários do *Dynalearn* e até mesmo com *experts* no assunto, a fim de receber recomendações durante o processo de modelagem, proporcionando a possibilidade de uma aprendizagem colaborativa. Sendo assim, o objetivo principal do Projeto *Dynalearn* foi o de desenvolver um *software* que aportasse condições de ser utilizado como ferramenta de apoio ao ensino da temática ambiental nos cursos de graduação.

Para o alcance dos objetivos, o ambiente *Dynalearn* é constituído também com componentes de tecnologia semântica capazes de gerar *feedbacks* baseados no conhecimento trabalhado. Neste âmbito, a proposta de os educandos construírem sua interpretação conceitual a partir do comportamento de um sistema, e concomitantemente terem acesso ao aprendizado de física, biologia ou ciências ambientais, tem fundamental importância, pois é por meio destes estudos que se evidencia a necessidade de um *software* que promova um labor educacional ativo, que esteja ligado transversalmente aos conceitos teóricos envolvidos.

O *software Dynalearn* busca proporcionar a comparação de um modelo criado por um dos educandos com os demais, ou com o do educador, e, com base no *feedback* automático, estabelecer condição de continuar a solução do desafio acompanhando o raciocínio do sistema.

A construção de simulações envolve a transformação de ideias inicialmente vagas e gerais em representações formalmente especificadas. O componente de diagnóstico auxilia o estudante a alcançar uma última análise que corresponda às suas expectativas, propiciando que ele formule seus resultados de simulação. O *software* é capaz de identificar falhas e sugerir melhorias para superação da qualidade do modelo, assim, passo a passo o sistema apoia os educandos na construção, descoberta e explicação correta de funcionamento do ambiente modelado.

Uma característica que distingue a abordagem do *Dynalearn* é a equipe de personagens virtuais exclusivas que acompanham de forma motivadora os educandos. Ao manusear a simulação, os personagens oferecem ajuda básica e *feedback* sobre o conteúdo modelado.

ILUSTRAÇÃO 6 - PERSONAGENS VIRTUAIS



FONTE: Adaptado pelo autor (2017). Disponível em <www.ivi.fnwi.uva.nl/dynalearn>.

NOTA: da esquerda para direita: dois estudantes, o crítico, o professor, o *quizmaster* e o mecânico.

O projeto de desenho animado combina expressividade com entretenimento para estimular o trabalho do educando. Os personagens se movem livremente na área de trabalho do *software* e se comunicam com vozes individuais. Foram propostos animais como personagens exatamente para referenciar a vida silvestre e harmonizam com o foco do *Dynalearn*, as temáticas ambientais. Todos os personagens possuem contexto específico, e a interação confabula uma sala de aula, onde um professor proporciona conhecimento e educandos buscam a apropriação de

conhecimento, o que, no processo de simulação e modelagem, torna-se atualmente imprescindível para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio.

Os processos e técnicas ora trabalhados por meio do *software Dynalearn* já possuem comprovação positiva nas mais diversas atividades educacionais. Foram desenvolvidas pesquisas com educandos surdos que por meio da simulação qualitativa obtiveram resultados significativos na apropriação de conhecimentos da língua portuguesa e pressupostos de ciências em sistemas dinâmicos, possibilitando-lhes a aplicabilidade destes conhecimentos em resoluções de inúmeras problemáticas (SALLES, 2005). Salles (2005) descreve também que os modelos qualitativos influenciam positivamente a aprendizagem de conceitualizações sobre a biologia, sendo utilizados como material didático pelas instituições de ensino.

A eficácia deste *software* foi trabalhada por meio da construção do Projeto *Dynalearn*, cujos estudos aconteceram no Brasil, na Áustria, na Inglaterra, em Israel e na Bulgária. Sua abordagem confere a possibilidade de “aprender modelando”, propondo ao educando entender os modelos, dominar a utilização do *software* e construir modelos próprios (REZENDE, 2010, p.78). Rejane Bastos, na dissertação de mestrado intitulada *Introdução à dinâmica de sistemas: proposta de disciplina a distância para curso de licenciatura em biologia, com uso de modelos qualitativos*, desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília, em 2014, propôs a criação de uma disciplina ofertada por meio da Educação a Distância (EaD) no curso de licenciatura em Ciências Biológicas, enfocando a Dinâmica de Sistemas como pressuposto fundamental de conteúdo.

Outro acontecimento relevante foi que, a fim de interagir com a comunidade científica, os idealizadores do Projeto *Dynalearn* apresentaram sobre o *software* na 7ª edição da Conferência Internacional sobre Informática Ecológica (ISEI7) que se realizou em Ghent, Bélgica, entre os dias 13 e 16 de dezembro de 2010. A Conferência foi organizada pela Universidade de Ghent e seu tema foi o de “desvendar a complexidade e apoiar a sustentabilidade”, destacando-se dois principais pontos da Informática Ecológica: a análise da complexidade da natureza e do funcionamento dos ecossistemas.

A comunidade educacional visa transformar a geração de educandos atuais em pesquisadores que se preparam para o mercado de trabalho e para vida em sociedade se apropriando de um conhecimento ampliado e significativo por meio de tecnologia, que já se estabeleceu como uma rede formal e informal de apoio à educação. Seu

fluxo de aprendizagem se constitui em um espaço de trabalho para a construção do conhecimento onde se trabalha a consistência do conhecimento conceitual, que gera *feedback* do modelo diagnosticado por meio da tecnologia semântica e reage às necessidades de conhecimentos individuais dos estudantes, tornando-os ativos no processo de aprendizagem.

2.3 OPÇÃO METODOLÓGICA

A pesquisa, como já descrito anteriormente, teve como enfoque central a relação entre a prática pedagógica e a utilização da tecnologia nos processos de ensino e de aprendizagem, considerando a utilização do *software Dynalearn* como possibilidade de apoio a esta prática.

2.3.1 Caracterização da pesquisa

Tendo por base a classificação proposta por Vergara (2000) e Gil (2010), a pesquisa - quanto às suas finalidades – caracterizou-se como aplicada, pois, uma vez apontadas as possibilidades de aplicação do *Dynalearn* para trabalhar a temática ambiental em contextos educacionais, atenderá ao pressuposto apresentado por Vergara (2000, p. 47) no que tange às pesquisas aplicadas que é “a necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos, ou não”, compreendendo assim uma “finalidade prática, ao contrário da pesquisa pura, motivada basicamente pela curiosidade intelectual do pesquisador e situada sobretudo no nível de especulação”.

Quanto ao tratamento dos dados, é de caráter qualitativo, lembrando que em estudos desta natureza o ponto de partida são questões amplas que vão se aclarando no decorrer da investigação. Considera-se, de acordo com Severino (2007), a existência de uma relação dinâmica entre mundo real e sujeito, e o processo é o foco principal. Relacionam-se no levantamento de dados sobre as motivações de um grupo em compreender e interpretar determinados comportamentos a opinião e as expectativas dos indivíduos de uma população. A pesquisa qualitativa é muito utilizada quando há necessidade de entender a percepção de indivíduos em relação, por exemplo, a um determinado produto, no caso em questão, o *software Dynalearn*.

2.3.2 Critérios de análise

Apesar de os *softwares* educativos estarem disponíveis no mercado já há duas décadas, encontram-se inúmeras lacunas em sua utilização pedagógica. As causas identificadas em grande maioria são dispostas pela falta de motivação dos educadores e educandos devido à escassez de orientações técnicas dos fabricantes e também em função da não ocorrência de diálogo entre usuários.

Carvalho (2005) aponta como pressuposto primeiro a interface aprazível do *software*, que instiga o educando à investigação e à procura por novos conhecimentos. O autor defende que os saberes devem obedecer a um avanço progressivo, atribuindo ao processo motivação em explorar e descobrir novos conhecimentos. Aponta, desta forma, três formatações essenciais de um *software* educativo: (1) os saberes devem ser propostos em numerosos compartimentos; (2) os compartimentos devem se relacionar entre si; (3) e o educando deve receber frações de conhecimento de cada vez.

Carvalho denota ainda que o usuário deva possuir condição de simular sua proposta interagindo com os ícones que se encontrem pedagogicamente dispostos em sequência lógica de utilização, os quais devem ser de fácil entendimento e localização.

Neste mesmo sentido, o *software* deve abarcar peculiaridades que estejam em sintonia com o ambiente educacional, que disponibilizem conteúdo inerente à construção efetiva do conhecimento, de forma a motivar o educando a exercer sua potencialidade de entendimento. Entre elas: (1) a facilidade de uso que reúne aspectos de utilização do *software*, no qual os educandos tenham a possibilidade de aprender, conjugando comandos essenciais de uso e correção de erros; (2) a interface que denota a interação usuário e computador, observando aspectos auxiliares, motivacionais e de execução de aprendizagem; (3) a adaptabilidade de formato, cores, fontes e sons se adequando ao educando; (4) a documentação que auxilia na instalação e manuseio do *software*; (4) a portabilidade que trata a apreciação de aperfeiçoamentos necessários para a adaptação de novos dispositivos e atualizações; e (5) o retorno do investimento que a instituição de ensino obterá com a aquisição do *software*, pois se entende que existe a necessidade de alcance de objetivos e este retorno é fundamental para a manutenção de investimentos de aprimoramento.

Avaliar um *software* educativo se traduz em significar suas caracterizações particulares de interface e sua aplicabilidade no trato educacional. Percebe-se que no labor educacional os computadores emergem como tecnologias cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e os *softwares* educacionais inserem valores e experimentações aos estudantes.

De forma prática, a tecnologia por meio da mediação do *software* busca interligar saberes prévios dos estudantes ao ensino-aprendizagem formal e, conseqüentemente, ao seu desenvolvimento intelectual. Sob a tutoria do professor, deve se transformar positivamente em uma ferramenta que aguça a cognição, concentração e interdisciplinaridade no contexto educacional.

A definição de *software* se traduz como “linguagem de computação, conjunto de instruções destinadas ao funcionamento de aparelho, em oposição a hardware que designa a sua parte física” (BUENO, 2000, p.723). No ambiente educacional o *software* transforma-se em uma inovação para alcançar uma demanda de estudantes que optam por agregar aos estudos formas tecnológicas, e a instituição de ensino encontra uma nova vertente metodológica a ser aplicada como diferencial. Em consonância, o *software* educacional propicia comunicação e interatividade, auxiliando estudantes e professores na edificação de saberes com significação efetiva em função de agregar um maior referencial de informações a serem adquiridas e transmitidas, transforma em mais dinâmica a busca por saberes e potencializa a aptidão dos educandos, dos educadores e instituições que adotam este recurso digital (AYRES, 2004, p.76).

Entretanto, sua inserção no meio acadêmico necessita de atenção especial aos aspectos de conteúdo programático, comprometimento dos educadores, qualidade do *software*, interatividade dos educandos e metodologia utilizada, buscando excluir possibilidades de conflito didático na proposta. Faz-se necessário pensar a estruturação receptiva de tais tecnologias no âmbito educacional, e após sua estruturação, torna-se primordial a definição real da funcionalidade do computador e do *software* no processo de ensino-aprendizagem para que contribuam de forma efetiva no ensino.

O *software* educativo se caracteriza por trazer ao estudante uma nova conceitualização de conhecimento, mesmo que esta seja alcançada pela tentativa, erros e acertos. Essa perspectiva construtivista denota a aprendizagem de algo novo,

ou realmente conhecimentos que já estejam sob a apropriação do educando, tornando-o crítico sobre suas potencialidades e dificuldades.

Segundo Freire e Prado (1999, p.93), em se tratando de uma ferramenta educativa seus pressupostos devem se adequar primeiramente aos seguintes aspectos: (1) que gere aprendizagem significativa; (2) que proporcione ao educando uma nova metodologia de estudos; (3) que interpele temáticas complexas dificultadas pela metodologia tradicional; (4) que contemple mais de uma disciplina; (5) que promova *feedback* durante e após a atividade.

Os autores afirmam ainda que este conjunto de pressupostos deve possuir ligação efetiva com as dimensões de ensino no que tange:

- ao conteúdo programático e às orientações pedagógicas;
- à articulação de interface e visualização, cores, imagens e sons;
- às configurações para aplicabilidade;
- aos passos de interatividade;
- à inter-relação entre aprendizado e cotidiano do estudante.

As aplicações do *software* educacional no ambiente acadêmico se transformam em um poderoso aliado para uma nova configuração metodológica de ensino. Segundo Valente na obra *Formação de professores: diferentes abordagens pedagógicas* (1993), esta utilização

inova a maneira de professores e alunos lidar com assuntos discutidos em sala, pois através desta máquina e dos programas voltados para a educação, eles se deparam com uma interatividade diferente que o papel e os livros oferecem, justamente por contarem com animações, sons e performances que deixam o estudo mais envolvente. Estes softwares podem ser divididos em quatro tipos através de suas distintas características, são: os tutoriais, exercício e prática, jogos e simulação.

Valente (1993) defende ainda que os *softwares* possuem como qualidade individualizante as características elencadas no quadro 2.

QUADRO 2 – QUALIDADES DE UM SOFTWARE

QUALIDADE	DESCRIÇÃO
De referência	Contemplam informações diversas como as enciclopédias.
Tutoriais	Fundamentam-se na exibição textual de um questionamento, comumente apresentada em múltipla escolha, a ser respondida.

Exercício e Prática	Alinhada para reforçar conteúdos em sala de aula por meio da exercitação repetida e memorização.
Simulação	Sua formatação baseia-se na envoltura dos gráficos e pela proximidade que é criada entre o usuário e conjecturas difíceis de serem captadas na vida real. É muito utilizado em trabalhos em grupos por exigirem tomadas de decisões e intervenções do educando, atribuindo ao computador não uma perspectiva de instrutor, mas sim uma ferramenta de aprendizado.

FONTE: Adaptado de VALENTE (1993).

Nesta trajetória percorrida por Valente encontram-se especificidades nos níveis de aprendizagem que decorrem da diferenciação dos *softwares* educacionais, e sua aplicabilidade se estabelece à medida que é testado no âmbito educativo. São identificados da seguinte forma:

QUADRO 3 – NÍVEIS DE APRENDIZAGEM

NÍVEIS	DESCRIÇÃO
Sequencial	Os conhecimentos são propostos em sequência e o estudante necessita memorizar ou reproduzir determinada ação para avançar. Nesta possibilidade o usuário apenas responde a estímulos enviados pelo sistema, não interage como agente do conhecimento.
Relacional	Neste nível o estudante relaciona seus saberes prévios com o exercício proposto e interage com o computador, o que possibilita uma proposta mediana de desempenho.
Criativo	Nesta proposta o meio virtual e real se correlacionam com o estudante, atribuindo-lhe possibilidade de solução para problemáticas que são de seu cotidiano, desta forma ele participa efetivamente do processo de aprendizagem.

FONTE: Adaptado de VALENTE (1993).

Segundo o processo metodológico proposto por Thomas Reeves (1994 *apud* RAMOS,1999, p.19), são elencados conceitos de abordagens da interface do *software* com o usuário. Nesta perspectiva se identifica a correlação com o objeto de pesquisa deste estudo buscando esclarecer suas especificidades de ensino, teorias pedagógicas, fundamentações e pressupostos.

Os critérios pedagógicos referenciam a natureza do conhecimento que se encontra no *software* em questão e a forma com que a ferramenta pedagógica

contribui para compreender e quantificar as necessidades dos educandos e educadores.

QUADRO 4 – CRITÉRIOS DE APRENDIZAGEM

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
Construtivista	A construção do conhecimento se estrutura por meio da subjetividade baseando-se em experiências anteriores e um processo meta-cognitivo. A aprendizagem se fundamenta por meio de estratégias que enfoquem um objetivo. A aprendizagem poderá ser mensurada por meio de observações e diálogos.
Fundamentação filosófica	Na proposta do <i>software</i> prima-se pela intencionalidade, experiências e estratégias meta-cognitivas do educando. Ele em sua individualidade, constitui o conhecimento; fica possibilitado um ambiente de aprendizado o mais próspero possível e sua proposta é diferente da instrutivista; o educando é posto como um indivíduo com saberes preexistentes, atitudes e motivações.
Comportamental	Os resultados do aprendizado não são apenas internalizados, mas sim possíveis de observância, a instrumentalização do aprendizado consiste na modelagem do comportamento desejável, isto se faz por meio do estímulo-respostas.
Cognitiva	Enfatiza os estados mentais internos em detrimento ao comportamento psicológico, identifica a necessidade da convergência de variadas estratégias de aprendizagem identificando cada uma delas ao conhecimento a ser construído.
Validade experimental	Concreto. Contextualiza o conteúdo referenciando situações da realidade, possui transversalidade e possibilita a inclusão de diferentes perspectivas acadêmicas e disciplinares.
Valorização do erro	Aprendendo com a experiência. Fundamenta-se na experiência como forma de aprendizagem e possibilita que o educando estruture seu conhecimento com próprios erros.
Motivação	Intrínseca. O entusiasmo está integrado ao ambiente de aprendizado.
Estruturação	Baixa. Possibilita uma variedade de opções para estruturação de modo que o educando escolha a ordem que desejar.
Aprendizado cooperativo	Integral. Permite incentivo ao labor cooperativo de modo que as metas de aprendizado sejam compartilhadas gerando benefícios ao educando e à Sociedade.

FONTE: Adaptado de REEVES (1994).

A qualificação de um *software* acontece partindo-se do envolvimento de desenvolvedores experientes que possuam a destreza de criar uma diversidade de códigos necessários na promoção do ensino, *designers* que possibilitem a concretização material, psicólogos que configurem filtros de complexidade, e, somando-se a eles, a indispensável ação conjunta do professor em todas as fases da criação.

Outra especificidade importante no desenvolvimento de um *software* educacional encontra-se na disponibilização de uma interface aprazível, devendo ser priorizado o uso da programação possibilitando ao educando alcançar sua meta. *Softwares* de interface simples e objetiva em seu manuseio são referenciados como dispositivos que tendem à melhoria educacional do usuário, pois, quanto maior a acessibilidade, mais os educandos se engajam em explorar o programa e seus conteúdos. Já na concepção contrária, a dificuldade de entendimento desmotiva o usuário e enfraquece o rendimento. Uma interface elaborada facilita a compreensão do educando, transformando-se em uma ferramenta de apoio na construção de saberes.

A tendência é a de que o *software* educacional se apresente com dinamicidade, primordialmente em relação a modelagem e simulações, visto que os educandos agem com pensamento ativo, sua cognição se desenvolve a partir de sua autoria e tornam-se capazes de programar em suas mais diversas possibilidades.

Outro aspecto fundamental se relaciona à interação entre educando e o *software*, o qual estabelece um conjunto de pressupostos que se relacionam de modo a organizar o labor de forma a atender os objetivos desta relação, atribuindo ao *software* ou ao *hardware* comodidade e segurança em sua utilização (PAIS, 2010, p.106). Segundo Cybis, Betiol e Faust (2007), a ergonomia é funcionalidade obrigatória na criação e desenvolvimento de um *software* que atenda os objetivos educacionais. Sua disposição deve estar voltada para uma confluência de metas, que serão alcançadas mediante a perfeita interação de seus envolvidos e o entendimento com o qual o usuário terá no ambiente educacional. Afirmam ainda os autores que a proposta de melhoria qualitativa nos *softwares* busca racionalizar essa ergonomia de modo a atender um maior número de usuários. No tratamento do *software* educacional, elencam dois pontos fundamentais:

- manuseamento direto do programa pelo educando;

- ponto de vista pedagógico direcionado ao educando para que ele se aproprie de uma aprendizagem significativa.

Com as perspectivas apresentadas e após uma revisão dos critérios abordados pelos autores, foi efetivada a seleção de sete critérios avaliativos considerados mais significativos tanto no que se refere aos aspectos técnicos como aos aspectos pedagógicos: (1) interface de investigação/motivação; (2) interação *software* e educando; (3) usabilidade e ergonomia; (4) possibilidade de tratamento de temáticas ambientais; (5) possibilidade de proporcionar aprendizagem por meio da simulação; (6) consolidação da aprendizagem significativa, e (7) possibilidade de proporcionar melhoria no ensino-aprendizagem.

Com base neste arcabouço conceitual foram selecionados alguns critérios que contemplassem as especificidades do *Dynalearn* e a partir dos quais elaborou-se um questionário fechado com vistas a contemplar diferentes aspectos técnicos e pedagógicos para avaliação do software, como será detalhado a seguir.

3 IMPLEMENTAÇÃO

Para efetivar a coleta dos dados, e em especial para sua análise, foi utilizada na pesquisa uma estrutura qualitativa, sendo que um ponto considerado fundamental foi a seleção dos participantes. Cabe lembrar que neste tipo de análise, o tamanho da amostra pode não seguir o rigor estatístico, mas sim, que seja um retrato da população estudada, refletindo suas características.

Na escolha dos sujeitos da pesquisa, utilizou-se a amostragem intencional. Muito comum em pesquisas qualitativas, uma amostra intencional é aquela cuja seleção é baseada no conhecimento sobre a população e o propósito do estudo. Assim, os professores que participaram da pesquisa, além de especialistas na temática ambiental, possuem vasta experiência como docentes estudando e trabalhando no universo das temáticas ambientais e tecnologias educacionais. O objetivo da entrevista e do estudo foram devidamente esclarecidos e houve consentimento por parte dos entrevistados. As atividades tiveram duração média de 55 minutos cada uma e ocorreram no período de 08 de junho a 23 de junho de 2017

Faz-se necessário salientar que os nomes dos entrevistados foram omitidos e que cada deles foi denominado com uma letra (A, B, C, D e E) aleatoriamente.

O quadro a seguir facilita a compreensão acerca do perfil dos educadores pesquisados:

QUADRO 5 - PERFIL DOS EDUCADORES PESQUISADOS

SUJEITO	FORMAÇÃO	TEMPO DE MAGISTÉRIO SUPERIOR	CURSOS E DISCIPLINAS EM QUE ATUA
A	Graduado em bacharel em Administração: análise de oportunidades, Especialista em Sustentabilidade e Gerenciamento Ambiental e em Metodologia do Ensino Superior.	7 anos	Atua nos cursos de Administração, Tecnologia em Marketing, Tecnologia em Gestão de Recursos Humanos. Ministra as disciplinas de Empreendedorismo, Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.
B	Bacharel em Biologia, Mestre e Doutor em Ciências Biológicas com ênfase em Zoologia.	5 anos	Atua com a disciplina Meio Ambiente e Saúde no curso de MBA em Gestão Hospitalar. Professor da

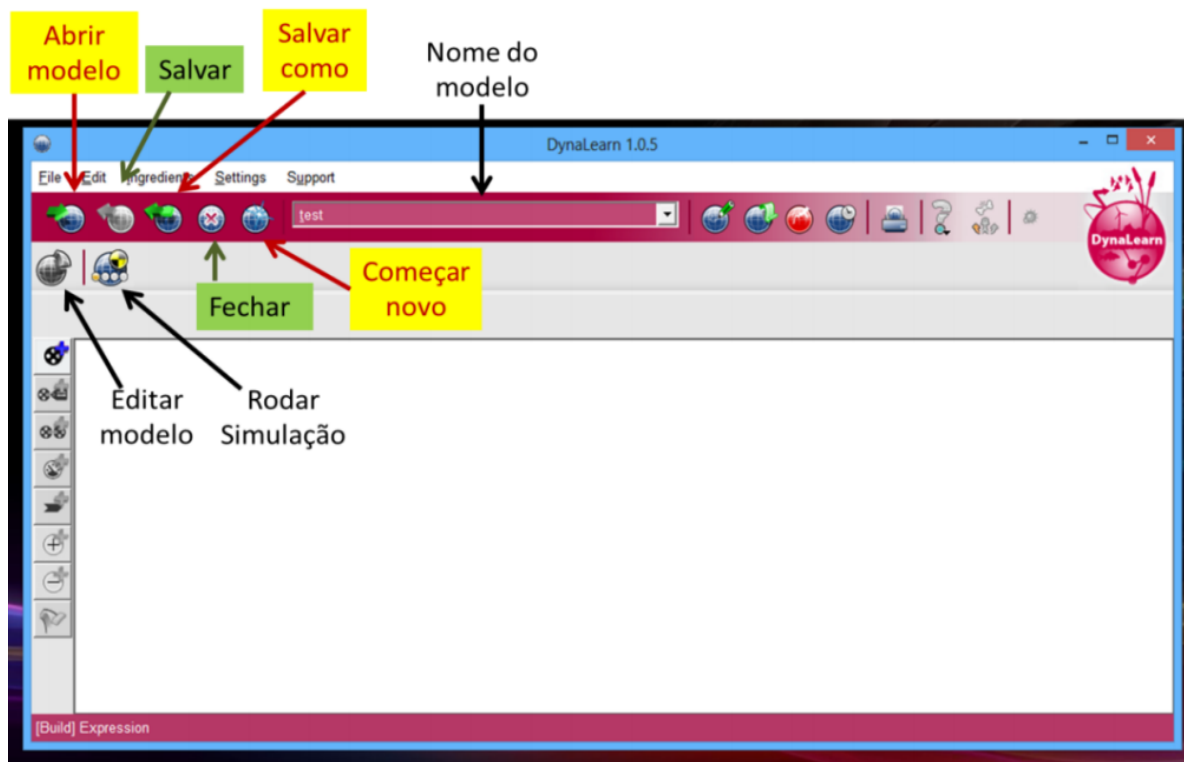
			disciplina Educação ambiental.
C	Graduado em Tecnologia em Química Ambiental, Licenciado em Química, Especialista em Educação Profissional, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.	10	Atua como professor coordenador dos cursos de pós-graduação em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável; Perícia e Auditoria Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos: Governança e Sustentabilidade.
D	Graduado (licenciatura e bacharelado) em Geografia, Mestre em Geografia (Dinâmica da Paisagem) e Doutor em Geografia (Sociedade e Meio Ambiente), Pós-doutor em Ensino Superior.	11	Atua com disciplinas nas áreas de Ciências Ambientais e Educação. Experiência na área de Ciências Ambientais e Educacional, principalmente nos seguintes temas: Ambiental, Climatologia, Interação Ambiente e Saúde.
E	Graduado em Geografia (Licenciatura e Bacharelado), Especialista em Espaço, Sociedade e Meio Ambiente, Mestre em Ciências Agrárias, Doutor em Geografia.	10	Tem experiência nas áreas de Geografia e Pedagogia, com ênfase em Educação Socioambiental, atuando principalmente no tema Educação Ambiental.

FONTE: O autor (2017).

Na primeira unidade da pesquisa foi trabalhado com os professores pesquisados o projeto do *software Dynalearn* e seu objetivo enquanto processo e melhoria no ensino. Na sequência foi proposta uma familiarização com o *Dynalearn* por meio de construção modelar de um cenário de estudo.

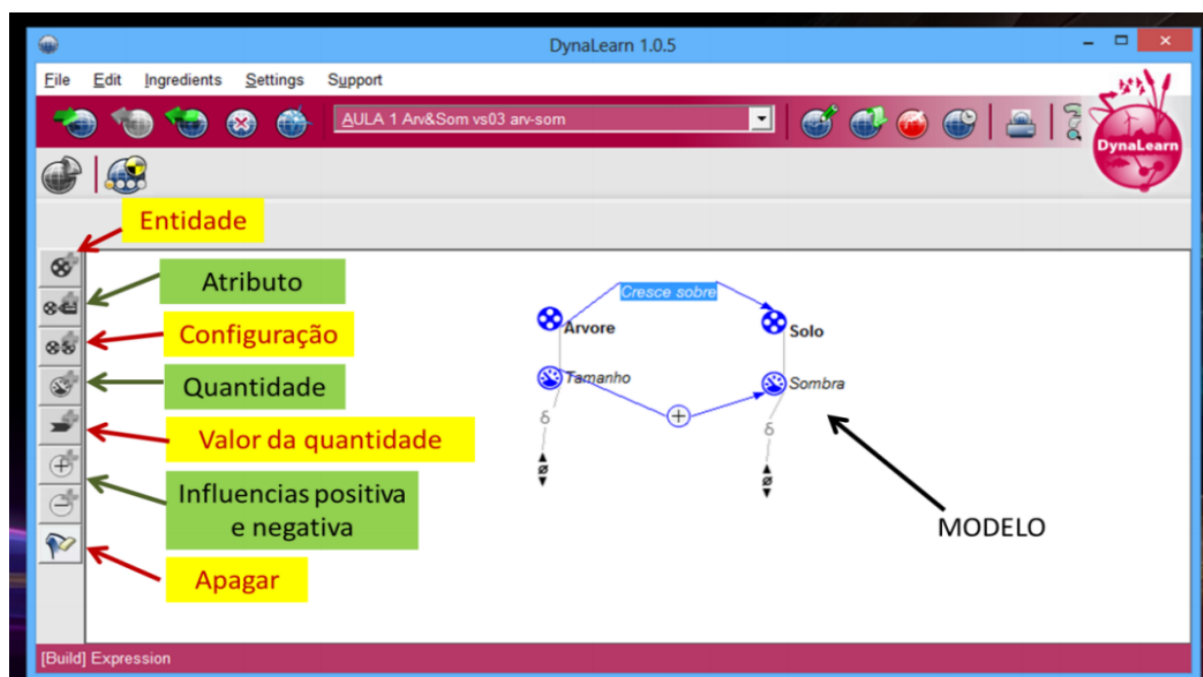
Antes de iniciar a construção modelar efetivou-se apresentação com detalhamento dos ícones e das funcionalidades inerentes à área de trabalho do *software*, chamando a atenção para o formato de utilização proposto pelas ferramentas, que se encontram pedagogicamente posicionadas para que haja interação e facilidade de manuseio por parte do educando, conforme apresentado nas ilustrações seguintes:

ILUSTRAÇÃO 7 - APRESENTAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES



FONTE: Adaptado de Dynalearn (2017).

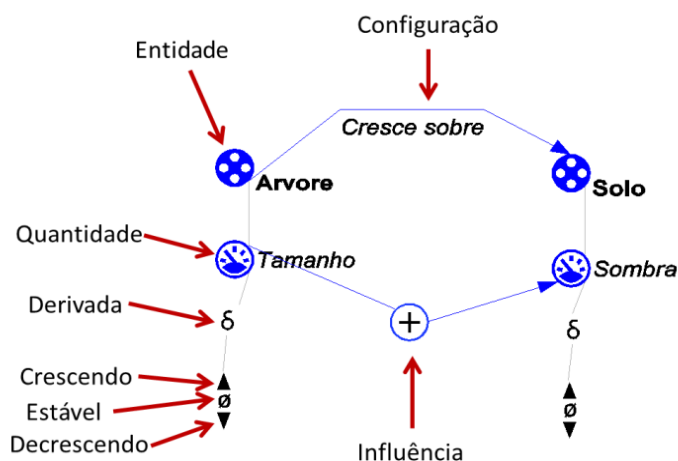
ILUSTRAÇÃO 8 - APRESENTAÇÃO DOS BOTÕES E ÍCONES



FONTE: Adaptado de Dynalearn (2017).

Após a apresentação das ferramentas possíveis de utilização no *software* iniciou-se a simulação de um cenário para a utilização efetiva dos elementos do modelo, possibilitando assim aos professores pesquisados dimensionarem de forma mais direta o objetivo principal da ferramenta, conforme apresentado na sequência.

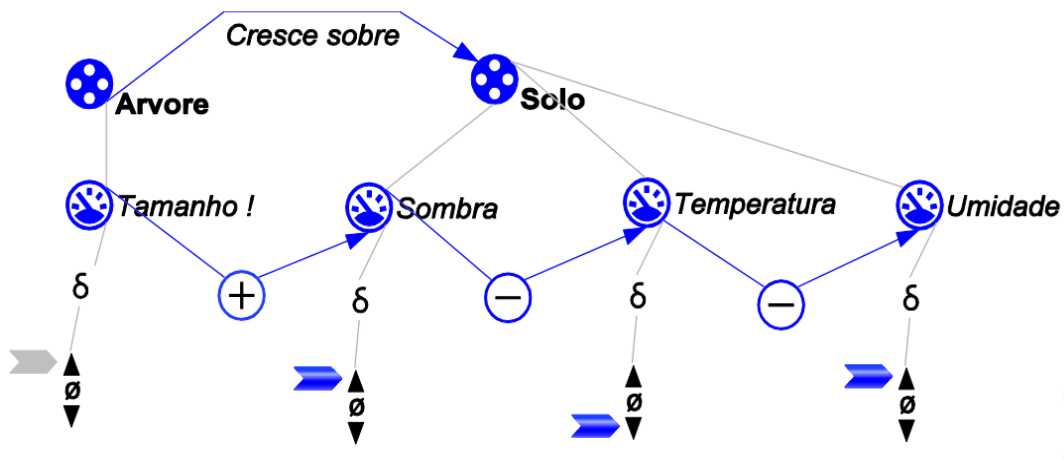
ILUSTRAÇÃO 9 - ELEMENTOS DE UM MODELO



FONTE: Adaptado de Dynalearn (2017).

Ao efetivar a explicação da utilização das ferramentas foi criado por meio da simulação possibilitada pelo *Dynalearn* um cenário para apresentar a dimensão de desenvolvimento de aprendizagem e geração de conhecimento proporcionada pelo *software*.

ILUSTRAÇÃO 10 - EXEMPLO DE SIMULAÇÃO



FONTE: Adaptado de Dynalearn (2017).

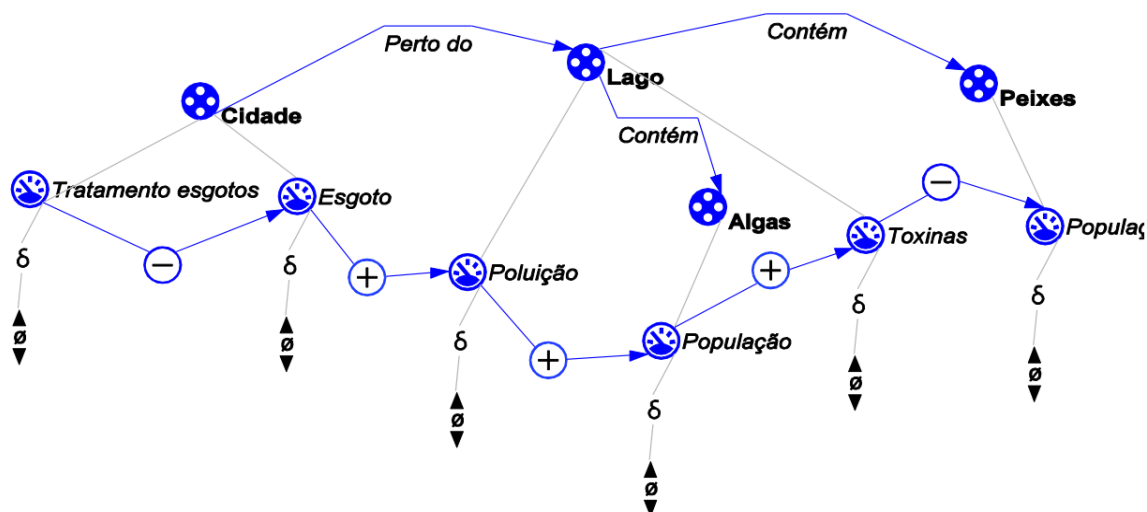
Para concluir o processo de apresentação da ferramenta buscou-se avaliar as competências e o conjunto de habilidades do *Dynalearn* na execução da tarefa proposta por meio do texto/exercício a seguir, permitindo ao pesquisado examinar o potencial global do desempenho da ferramenta, tendo assim clareza no desenvolvimento e cumprimento do objetivo educacional.

“Exercício Boom de Algas”

Uma cidade fica perto do Lago. A cidade produz esgotos, que caem no Lago e causam poluição. A poluição por esgotos favorece o crescimento da população de um tipo de alga, que produz um veneno (toxina) que fica dissolvido na água do lago. Essa toxina reduz o tamanho da população de peixes. O tratamento de esgotos pode resolver esse problema?

No modelo apresentado na ilustração a seguir encontra-se o resultado da questão proposta como exercício aos pesquisados. A simulação do cenário teve como objetivo fundamental identificar as entidades, quantidades e influências que constituíram o modelo, apresentando assim a possibilidade didática de utilização da simulação para o entendimento das nuances que são inerentes ao conjunto dos sistemas.

ILUSTRAÇÃO 11 - EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO



FONTE: Adaptado de Dynalearn (2017).

Após a familiarização dos professores pesquisados com o *software Dynalearn* foi possível prosseguir com a pesquisa e, como próxima etapa, trabalhou-se a confecção e aplicação efetiva do questionário avaliativo.

O instrumento que apresentou maior e melhor convergência com a proposta de estudo foi o questionário formatado com perguntas fechadas. Este instrumento de coleta de dados foi originado com o objetivo de coletar informações sobre as percepções que os respondentes teriam quando apresentados ao *Dynalearn*. Vergara (2000, p.54) conceitua o que é questionário da seguinte forma:

O questionário caracteriza-se por uma série de questões apresentadas ao respondente, por escrito. Às vezes, é chamado de teste, como é comum em pesquisa psicológica; outras, é designado por escalas, quando quantifica respostas. O questionário pode ser aberto, pouco ou não estruturado, ou fechado, estruturado. No questionário aberto, as respostas livres são dadas pelos respondentes; no fechado, o respondente faz escolhas, ou pondera, diante de alternativas apresentadas.

O questionário proposto apresentou sete questões fechadas e, ao final, um campo de observações para que o pesquisado tivesse a possibilidade de emitir parecer pessoal sobre o objeto da pesquisa. As questões foram mensuradas buscando traduzir os objetivos específicos do estudo e referenciar a proposição do produto educacional, assim como sua melhoria para o ensino-aprendizagem das temáticas científicas ambientais. A base para formulação das questões foram os critérios de análise selecionados a partir dos itens apresentados no capítulo 2.3.3 desta dissertação.

Na sequência os pesquisados foram convidados a responder o questionário de atitudes e motivações (Apêndice 2) com base nas percepções denotadas ao serem apresentados ao exercício de simulação anterior.

As questões do referido questionário tiveram como objetivo angariar informações visando identificar a percepção dos professores pesquisados, com vistas a buscar, por meio da análise dos resultados, respostas sobre a possibilidade ou não da utilização do *software Dynalearn* para ensino de temáticas ambientais nas instituições de ensino superior, visto que a Lei nº 9.795/99 reconhece as temáticas ambientais como um componente urgente, essencial e permanente em todo processo educativo, formal e não formal.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Como mencionado anteriormente, a análise dos resultados, no que tange ao tratamento dos dados, foi de cunho qualitativo, sendo que a população de estudo, uma amostragem intencional⁴, foi constituída por profissionais de educação, pesquisadores e estudiosos, altamente qualificados nas temáticas ambientais.

Buscando customizar a utilização do Dynalearn para os níveis superiores de educação utilizou-se como critério da análise o Modelo Espiral proposto por Barry W. Boehm (1988), que tem por base o ciclo de vida do software/aplicação a ser avaliada, que evolui em espiral, desde a atividade inicial até a identificação dos objetivos relacionados:

- Ao produto em teste;
- Às alternativas de solução para os objetivos definidos; e
- À identificação de restrições de implementação destas alternativas.

O processo é contínuo e existem validações dos requisitos, especificação do software e testes, onde cada ciclo é planejado e avaliado. Este modelo forneceu potencial que possibilitou nas etapas de verificação e validação, propor o movimento inicial de experimentação do Dynalearn.

Por tratar-se de um primeiro estudo sobre a utilização do *software* a amostra intencional representada pelos professores pesquisados, configurou-se no primeiro “movimento” da espiral de Boehm no sentido de, a partir da verificação e validação efetiva e minuciosa sob o ponto de vista deste profissionais, desenvolver, em pesquisa que sucederá a esta, o próximo passo a ser dado em direção de se trabalhar a utilização do Dynalearn em uma amostra com maior número de participantes que ocorrerá em sala de aula com o direto manuseio por partes dos estudantes.

Para a verificação e validação do software Dynalearn utilizamos da espiral a fase de Validação do Produto a qual seguiu a seguinte sequência: (1) conceito de operação: onde foi estratificada a possibilidade de utilização do software em níveis superiores de ensino; (2) Requisitos: foi levantada bibliografia com os requisitos básicos de um software a serem analisadas; (3) Validação de Requisitos: foram

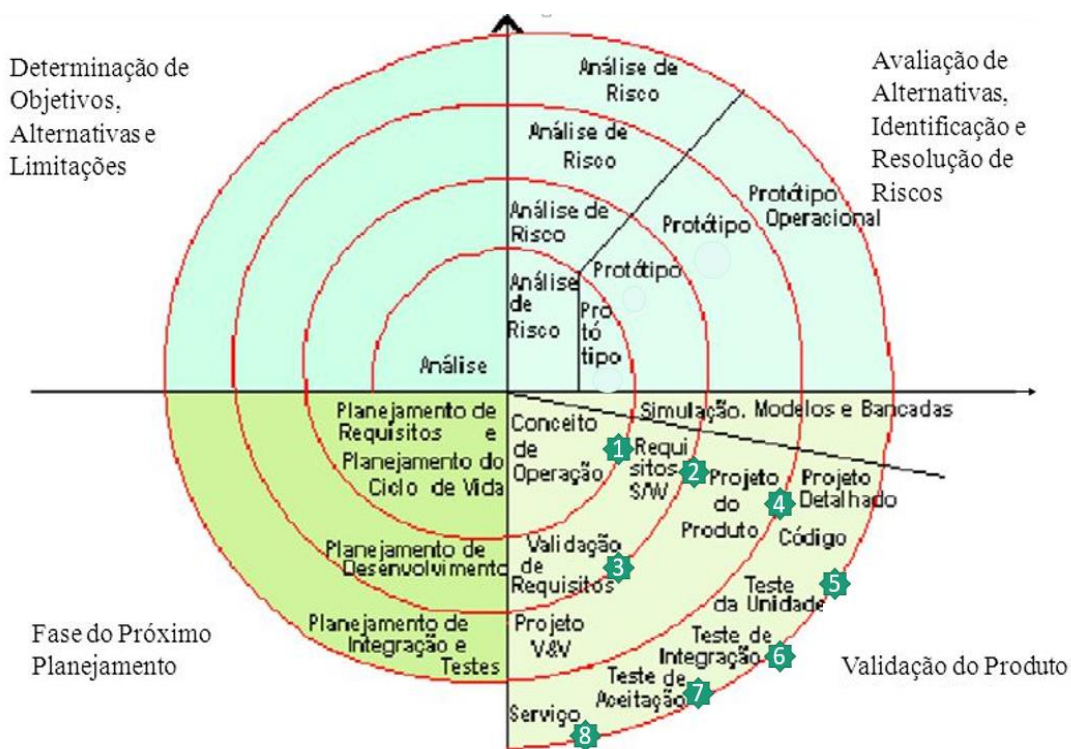
⁴**Amostragem Intencional.** Trata-se de selecionar um subgrupo da população, que com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda a população.

trabalhados os requisitos visando a checagem e validação de cada um deles; (4) Projeto do Produto: criou-se um modelo de simulação no software *Dynalearn* para apresentação e implementação junto à população pesquisada; (5) Teste da Unidade: tratou-se da implementação efetiva junto a amostra intencional pesquisada conferindo assim a possibilidade primeira de validação e utilização direta do software em amostras de maior volume.

Visto ser uma primeira etapa de validação do software em níveis superiores de ensino, é importante ressaltar que serão realizados estudos posteriores que terão como direcionamento as seguintes etapas: (6) Teste de Integração: que tratará sobre a eficiência e eficácia da utilização do software em larga escala; (7) Teste de Aceitação: fase na qual se efetivará testes programados com turmas efetivas de estudantes; e na última fase, (8) Serviço: a criação e disponibilização de disciplina prática que aborde as temáticas ambientais por meio da utilização do software *Dynalearn*.

A seguir, por meio da ilustração estão representados os passos aqui detalhados:

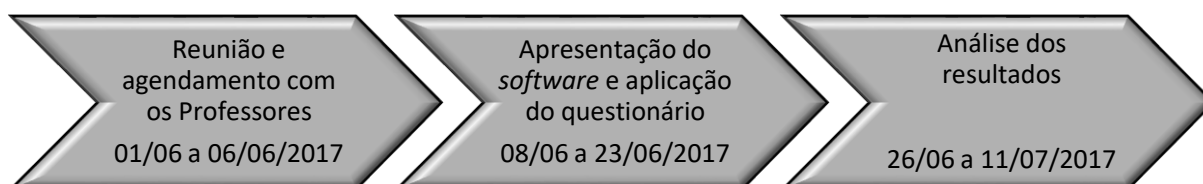
ILUSTRAÇÃO 12 - ESPIRAL DE BOEHM



FONTE: Adaptado de Boehm (1988).

A pesquisa de campo foi realizada em três fases, com a utilização dos seguintes materiais: a apresentação do *software Dynalearn* em *Power Point* (APÊNDICE 1), a abertura e o manuseio do *software* durante a pesquisa, a solução do exercício *Bloom* de Algas (APÊNDICE 2) e o questionário de opinião para coleta de dados (APÊNDICE 3) que foi composto por perguntas relacionadas às caracterizações particulares, interface do *software* e sua aplicabilidade no trato educacional. A pesquisa foi realizada em três etapas, como mostra o cronograma a seguir:

ILUSTRAÇÃO 13 – ETAPAS DA PESQUISA DE CAMPO



FONTE: O autor (2017).

A primeira etapa iniciou-se com uma reunião com o professor orientador para delineamento da pesquisa, identificando a amostra intencional para o trabalho e efetivando o agendamento com os participantes. Na segunda etapa foi realizada a apresentação do *software Dynalearn* por meio de *Power Point*, explicando aos participantes sua finalidade, deixando claros objetivos e funcionalidades. Na sequência foi efetivada a abertura do *software* para demonstração de seu funcionamento e solução do exercício proposto, e como conclusão desta etapa o questionário foi respondido pelos participantes. Na terceira etapa realizou-se uma análise qualitativa da reação dos participantes da pesquisa e foram mensurados os resultados do questionário utilizado para avaliar o desempenho do *software Dynalearn* como ferramenta de auxílio nas aulas de temáticas ambientais.

Para elencar os resultados da pesquisa é necessário reforçar que os objetivos da aplicação do questionário foram: (1) verificar qual a reação dos participantes ao terem conhecimento sobre as potencialidades do *software* e suas possibilidades de utilização; (2) se os participantes identificariam as potencialidades, interface, interação e aspectos motivadores de utilização; (3) se, e em função do conhecimento e experiências dos participantes, o *software Dynalearn* reuniria possibilidade de

interpelar temáticas ambientais por meio da simulação de cenários; (4) se o *software* apresentaria possibilidade de reforçar conteúdos sobre meio ambiente em sala de aula.

Tais objetivos puderam ser alcançados mediante as respostas obtidas nas questões e observando durante a aplicação do questionário o interesse da maioria dos participantes em se aprofundar na pesquisa e conhecimento da ferramenta para reunir condições de aproveitar esse recurso para vinculá-lo à educação em suas respectivas instituições de ensino.

O questionário respondido pelos professores tinha um formato estruturado e planejado para obter informações concretas com respostas objetivas, e ao mesmo tempo permitir, por meio do campo de observações e respostas espontâneas discursivas, liberdade ao participante da pesquisa para abordar aspectos relevantes sobre o que identificou de forma não contemplada no questionário. O questionário iniciava pela identificação do respondente sendo opcional o preenchimento do nome; a habilitação; as principais disciplinas que leciona no ensino superior e o tempo de experiência no magistério. O questionário era composto de sete questões para serem julgadas, sendo que em cada questão foi solicitada resposta assinalada de acordo com as opções {1= [concordo], 2= [discordo]}.

Para que houvesse pleno entendimento de todas as questões apresentadas no questionário (Apêndice 2), elas foram interpretadas paulatinamente com o retorno na apresentação de *Power Point* para maior clareza ao serem respondidas pelos professores pesquisados. Conforme apresentado anteriormente, a amostra foi de 5 professores pesquisadores, e todos responderam ao questionário.

Quando perguntados sobre a interface de investigação e motivação para utilização do *software* como ferramenta em sala de aula (questão 1), os professores que participaram da pesquisa responderam que concordam e acharam a interface e motivação excelente. Com relação à interação *software* e educando (questão 2), os professores pesquisados concordaram haver interação no manuseio, ou seja, julgaram condizente com a necessidade primária para trabalhar o assunto abordado de forma motivadora e compreensível.

Quanto à usabilidade e ergonomia do *software* (questão 3), os professores concordaram que o *software* possui condições de usabilidade e está ergonomicamente estruturado. De uma forma geral foi bastante positiva, entretanto, neste quesito emitiu-se a observação sobre a necessidade de adaptação das cores

conforme a resolução CONAMA nº 275/2001, que estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva quando estes agentes estiverem em estudo.

A opinião dos professores pesquisados sobre a possibilidade de utilização em sala de aula do *software* para tratar de temáticas ambientais (questão 4) foi positiva. Os professores afirmam que com a utilização de modelos o conteúdo de temáticas ambientais é melhor compreendido.

Sobre a aprendizagem por meio da simulação (questão 5), os pesquisados entenderam que a simulação das relações de causa-efeito nos modelos qualitativos ajuda a entender melhor os problemas apresentados, e as relações demonstradas nos modelos facilitam o entendimento das situações-problema apresentadas.

Os pesquisados avaliaram como excelente e concordam com a possibilidade de aumentar a significação da aprendizagem com a utilização do *software Dynalearn*.

Todos os pesquisados apresentaram interesse pelos modelos qualitativos e no quesito melhoria no ensino-aprendizagem (questão 7) constataram a possibilidade de melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Ainda segundo a pesquisa qualitativa, é importante salientar a manifestação dos professores chamando atenção para que o uso do *software Dynalearn* e seus benefícios não estejam apenas como mais uma ferramenta em sala de aula e que sua utilização apresente frequência mínima semanal. Destacaram ainda os seguintes itens como os principais obstáculos quanto à utilização: ausência de meios técnicos, como computadores, salas, falta de flexibilidade de tempo e do currículo, falta de motivação dos professores.

Como explicitado no próximo capítulo, todos os itens do questionário foram considerados, e resguardando as situações apontadas como obstáculos, os professores pesquisados apontaram como pertinente e apropriada a utilização do *Dynalearn* no processo de aprendizagem, pois utiliza diversas abordagens como imagens, sons, e considera o conhecimento prévio para despertar o interesse dos educandos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção retoma-se o objetivo inicial da pesquisa, cuja proposta foi analisar os aspectos educacionais o *software Dynalearn* e validar seu segmento de simulação para o tratamento de temáticas ambientais. Os resultados encontrados confirmaram e a hipótese de utilização do *Dynalearn* e com o cruzamento das informações obtidas com a aplicação do questionário foi perceptível, pois os professores participantes fariam uso do *Dynalearn* como ferramenta pedagógica. Eles destacaram ainda a praticidade de manuseio e os diversos atrativos para motivação dos educandos.

Assim, a análise do *software* educacional europeu *Dynalearn* permite, como contribuição deste estudo à comunidade educacional, inferir que seu uso possibilita atribuir metodologia científica e educacional a esquemas modelares de explicação e compreensão da realidade socioambiental viabilizando construções práticas de conhecimento, necessárias para o enfrentamento do desequilíbrio ecológico instalado na sociedade contemporânea.

O manuseio do *Dynalearn* na prática educativa atribuirá dimensões qualitativas perceptíveis ao possibilitar a temporização da ocorrência de determinado fato, localizando-o no tempo presente. Desta forma, a interatividade e a simulação enriquecem o processo educativo abarcando conceitos de antecipação de conhecimentos que venham a favorecer alterações conceituais qualitativas nos eventos referenciando sempre a relação causa e efeito.

Como já discutido anteriormente, o *software Dynalearn* tem a capacidade de complementar qualitativamente o estudo a respeito das propriedades físicas de determinado ambiente, buscando empreender significado às informações, ordenando-as e primando pela utilização de conhecimentos prévios na construção modelar, assim como busca atribuir solução para problemas de seu cotidiano de forma transversal.

O *Dynalearn* oferece ao professor referencial que possibilita fundamentar muitas decisões por meio do planejamento e no processo de ensino. A proposta do professor aliada à possibilidade tecnológica de ensino-aprendizagem proporciona critérios para compreender a forma com que o educando se fundamenta na produção de conhecimento, assim como no relacionamento com seus pares no ambiente escolar, encontrando desta forma papel mais ativo nesta mediação.

Atualmente as técnicas desempenhadas por meio da Inteligência Artificial e pelo Raciocínio Qualitativo oferecem possibilidade de articulação do labor profissional

do educador com a proposta de ensino por meio da diagramação, permitindo trabalhar conteúdos dinâmicos de sistemas, suas relações causais, fenômenos não possíveis de simulação pelas propostas atuais de ensino e, por fim, proporcionando uma ampliação da criatividade do educando e do educador. Nesse universo de possibilidades, o ambiente do Dynalearn apresenta relevante contribuição ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

As respostas encontradas neste estudo a respeito da utilização do *software Dynalearn* para tratar de temáticas ambientais nas instituições de ensino superior, embora esclarecedoras, podem e devem ser exploradas em trabalhos futuros. Para novos estudos, sugere-se uma investigação que desenvolva uma versão em língua portuguesa, assim como a tradução do manual de manuseio do *software*, o que permitiria aprofundar o conhecimento sobre o uso dessa tecnologia.

Por meio das visões dos professores pesquisados e de acordo com as respostas obtidas, pôde-se verificar que a utilização do *software* como recurso pedagógico auxiliando na aprendizagem das temáticas ambientais por meio da simulação é possível, principalmente quando se trata de trabalhar as nuances dinâmicas das disciplinas que envolvam tais conteúdos. Pode-se concluir com esta análise que a utilização do *software* não elimina as dificuldades encontradas em sala de aula, mas dá novos significados a questões ambientais e oferece ao educando a possibilidade de encará-las como algo que pode ser trabalhado de forma dinâmica.

Durante a realização da pesquisa percebeu-se a importância de proporcionar aos educandos um ambiente mais interativo, enriquecedor e motivador para o processo de ensino-aprendizagem, o que pode ser feito por meio da inserção de recursos tecnológicos, como, por exemplo, o *software Dynalearn*. Constatou-se que, em um ambiente no qual a utilização do recurso se torna possível, as atividades poderão ser desenvolvidas de forma natural pelos educandos, sem apresentar muitas dúvidas ou receios em resolver as incertezas inerentes às temáticas ambientais.

Nas palavras de Morin (2011, p.17), a educação necessita incluir o ensino destas incertezas em sua metodologia, ensinando ao educando princípios de estratégias que permitam enfrentar os imprevistos, o inesperado e a incerteza, alternando seu desenvolvimento à medida que a apropriação do conhecimento lhe proporcione reconhecer a unidade e complexidade humana.

Dessa forma, o *software* se apresenta como auxílio à aprendizagem, ou seja, uma forma de tornar a aula mais motivadora e interessante, servindo de suporte ao

professor. Por isso, como afirmou Bona (2009), é importante que sua utilização seja bem planejada pelo professor, pois o bom planejamento permite que o aluno dê novos significados às tarefas de ensino. Neste sentido, o trabalho com *Dynalearn* proporciona ao aluno a possibilidade de construir o próprio conhecimento, e ao professor a oportunidade de alcançar os objetivos.

Acrescenta-se que foi possível alcançar os objetivos propostos ao oferecer o questionamento da pesquisa ao crivo de profissionais da educação e que atuam especificamente em áreas que tratam sobre meio ambiente, comprovando assim que é possível a utilização do *Dynalearn* como recurso na aprendizagem das temáticas ambientais. Ressalta-se a importância de aprofundamentos posteriores, pois ainda há muitos caminhos a serem percorridos, principalmente quando elencadas observações efetivadas pelos professores participantes.

Finalmente, considera-se que os objetivos propostos proporcionaram confrontar questionamentos teóricos com a realidade, comprovando a utilização positiva do *software Dynalearn* como recurso na aprendizagem de temáticas ambientais. Tal resultado ressalta a importância da incorporação dos recursos tecnológicos à educação.

REFERÊNCIAS

- ALENCASTRO, M.S.C. **Ética e meio ambiente**: construindo as bases para um futuro sustentável. Curitiba: InterSaberes, 2015.
- ANDRADE, A.L. Pensamento sistêmico: um roteiro básico para perceber as estruturas da realidade organizacional. **REAd - Revista Eletrônica de Administração**. N.º 4. 04/97ª. Disponível em: <http://www.cesup.ufrgs.br/read/read05/artigo/andrade.htm>. Acesso em 30. Jun.2016.
- AYRES, J. **Cuidado e reconstrução das práticas de Educação**. Botucatu, v. 8, n. 14, p. 73-92, set/ 2004.
- BARBIERI, J.; SILVA, D. **Educação ambiental na formação do administrador**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- BAUMAN, Z. **Sobre educação e juventude**: conversas com Ricardo Mazzeo/Zygmunt Bauman.Tradução Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.
- BAZZO, W. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: EDUFSC, 1998.
- BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed. 34, 2010.
- BEHRENS, M. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.
- _____. **Educação transformadora**: encontros e convergências das obras de Paulo Freire e de Edgar Morin. Lisboa: Chiado Editora, 2014.
- BOEHM, B. W. Software Risk Management: Principles and Practices, IEEE Software, Volume 8. No1, 1988.
- BOFF, L. **Sustentabilidade**: o que é: o que não é. Rio de Janeiro: Vozes, 2012.
- _____. **Ecologia**: grito da terra, grito dos pobres. Petrópolis, RJ: Ed. Sextante, 2004.
- BOLDRIN, V. Gestão Ambiental e economia sustentável. In: **Seminários em Administração**, FEA-USP, 7. São Paulo, 2004.
- BONA, B. O. **Análise de softwares educativos para o ensino de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**. **Experiências em Ensino de Ciências**, Carazinho, RS, v.4, p. 35-55, maio. 2009.
- BORGES, N. J. **Por que fazer lingüística? (e que lingüística fazer?)** , EDUCAT, Pelotas, 2006.

BRAGA, J. **Desafios sobre a avaliação dos ganhos de aprendizagem na educação mediada por TICs**. Porto Alegre: SBC, 2014. p.664-672.

BRASIL. **Lei nº 9795 de 27 de abril de 1999** (Política Nacional de Educação Ambiental).

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais, ética**. Brasília: MEC/ SEF, 1997a.

BREGUNCI, M. **Organizando as classes de alfabetização: processos e métodos**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BUENO, S. **Minidicionário da língua portuguesa**. São Paulo: FTD, 2000.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 11. ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

CARPENTER, D. **Investigação Qualitativa em enfermagem: Avançando o Imperativo Humanista**. 2.^a ed. Loures. Lusociência, 2002.

CARVALHO, M. **Alfabetizar e letrar**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

CAVALCANTE, T. **Avaliação do uso de modelagem qualitativa com apoio de agentes aprendizes virtuais na compreensão da dinâmica de sistemas por alunos do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Informática) – Setor de Ciências da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015: Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/20306/1/2015>>. Acesso em: 30.jan.2017.

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER (UNINTER). **Mestrado profissional em educação e novas tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.uninter.com/mestrado/mestrado-profissional-em-educacao-e-novas-tecnologias/>>. Acesso em: dez.2016.

CHAGAS, I. **Aprendizagem não-formal/formal das ciências: relação entre museus de ciências e as escolas**. Revista de Educação, Lisboa, v. 3, n. 1, 1993. p. 51-59.

CHIAVENATO, I., **Introdução à Teoria Geral da Administração**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1993.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda., 2002.

COMISSÃO DA CARTA DA TERRA. **Carta da Terra**. 2000. Disponível em: <http://www.earthcharter.org/files/charter/charter_po.pdf>. Acesso em: maio.2016.

COOL, C. **O construtivismo na sala de aula**. 5. Ed. São Paulo: Ática, 1998.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R.. **Ergonomia e usabilidade**: conhecimentos, métodos e aplicações. São Paulo: Novatec, 2007.

DIAS, G. **Educação ambiental**: princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 2004.

DYNALEARN. **Education**. Disponível em: <<https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/QRgroup/DynAlearn/education//>>. Acesso em: dez.2016.

DYNALEARN. **Project**. Disponível em: <<https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/QRgroup/DynAlearn/project>>. Acesso em: dez.2017.

DYNALEARN. **Software**. Disponível em: <https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/QRgroup/DynAlearn/software/>. Acesso em: dez.2016.

FIGUEIREDO, R. **O que é comunicação empresarial**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2007.

FREIRE, F. M. **Projeto pedagógico**: pano de fundo para escolha de software educacional. Campinas: Nied-Unicamp, 1999.

FORBUS, K. D. **Solving everyday physical reasoning problems by analogy using sketches**. In: AAAI, p. 209 (2005).

FORRESTER, J. W. **Industrial Dynamics: New York, London**. The MIT Press and John Willey & sons, 1961.

GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra**: ecopedagogia e educação sustentável. São Paulo: Fundação Petrópolis, 2005.

GAMBOA, S. **Pesquisa em educação**: métodos e epistemologias. 2. ed. Chapecó: Argos, 2012.

GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRO HARLEM BRUNDTLAND (org.). Nosso futuro comum. **Relatório da Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, FGV, 1988.

HAGGET, P.; CHORLEY, J. **Models, paradigms and new Geography**. Londres: Methus e Co. 1967.

HAGUENAUER, C. **Ambientes virtuais de aprendizagem**: dos SGAs aos games e a realidade virtual. 1. ed. Curitiba: CRV, 2012.

HEIJDEN, V. D. **Cenários: a arte da conversação estratégica**. Porto Alegre: Bookmann, 2004.

ISAAC, J. ALBA, A. **História universal** - Grécia e Roma. São Paulo: Mestre Jou, 1964.

JONAS, H. **O princípio responsabilidade**: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2006.

KAHN, B. **Os computadores no ensino da ciência**. Publicações Dom Quixote. Lisboa.1967.

LAVILLE, E. **A empresa verde**. São Paulo: Ote, 2009.

LEFF, E. **Discursos sustentáveis**. São Paulo: Cortez, 2010 a.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

LEVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LOVELOCK, J. **A Terra como um organismo vivo**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

LUGER, G. **Inteligência artificial**: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos. São Paulo: ARTMED, 2004.

MACHADO, M. M. **O brinquedo-sucata e a criança**. Edições Loyola, 2003.

MARIOTTI, H. **Complexidade e pensamento complexo**. Disponível em: <<http://www.teoriadacomplexidade.com.br/textos/teoriadacomplexidade/Complexidade-e-PensamentoComplexo.pdf>>. Acesso em: 08.abr.2017.

MARUYAMA, M. **The second cybernetics: deviation-amplifying mutual causal processes**. American Scientist, v.51, p.164-79, 1963.

MCCARTHY, E. J. **Basic marketing: a managerial approach**. Rev. Ed. Homewood: Richard D. Irwin, 1964.

MEADOWS, D. Os limites do crescimento. 15. Ed. Rio de Janeiro: Qualymark, 2015.

MEDEIROS, L. **Os desafios da docência frente às novas tecnologias na educação**. Disponível em: <<http://www.bemparana.com.br>>. Acesso em: out.2016.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Tratado de educação ambiental para sociedades sustentáveis**. Disponível em<<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental>> Acesso em: mar.2016.

MORAN, J. **Como utilizar a internet na educação**. Disponível em: <HTTP://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>. Acesso em: out.2016

MOREIRA, M. A. **Modelos Mentais. Investigações em Ensino de Ciências 1**. 1996 Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/Moreira.htm>>. Acesso em: mar. 2017.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2011.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos do Milênio**. 2000. Disponível em: <<http://www.nospodemos.org.br/>>. Acesso em: fev. 2016.

_____. **A carta da Terra**. 2000. Disponível em: <<http://www.cartadaterrabrasil.org/prt/text.html>>. Acesso em: maio.2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Educação ambiental: as grandes orientações da Conferência de Tbilisi**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, 1998.

PAIS, L. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era digital**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Keeping track of our changing environment: from Rio to Rio+20 (1992-2012)**. United Nations Environment Programme, Nairobi. Published October, 2011.

REEVES, T. **Systematic Evaluation Procedures for Interactive Multimedia for Education and Training. Multimedia computing: preparing for the 21 st century**. Harrisburg, PA. Idea Group. 1994.

RESENDE, M. **Avaliação do uso de modelos qualitativos como instrumento didático no ensino de ciências para estudantes surdos e ouvintes**. Brasília, 2010. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, 2010.

ROSA, J. **Fundamentos da inteligência artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial intelligence - a modern approach**. Prentice Hall, 1995.

SALLES, P.; BREDEWEG, B. **Modelos conceituais baseados em raciocínio qualitativo**. Revista Tecnologia da Informação (ISSN 1516-9197), 2005.

_____. **DynaLearn curriculum for environmental science**. Projeto DynaLearn, EC FP7 projeto STREP 231526, Deliverable D6.5, 2011.

SANTOS, S.C. **Modelagem de Cenários Telemáticos como estratégia cognitiva para trabalhar conceitos Físico-Químicos: Indicadores de Aprendizagem**. Porto Alegre, 2002. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-graduação em Informática na Educação.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SCHWARTZ, P. **The Art of the Long View**. Chichester: John Wiley, 2005.

VALENTE, J. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VERGARA, S. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo, 2000.

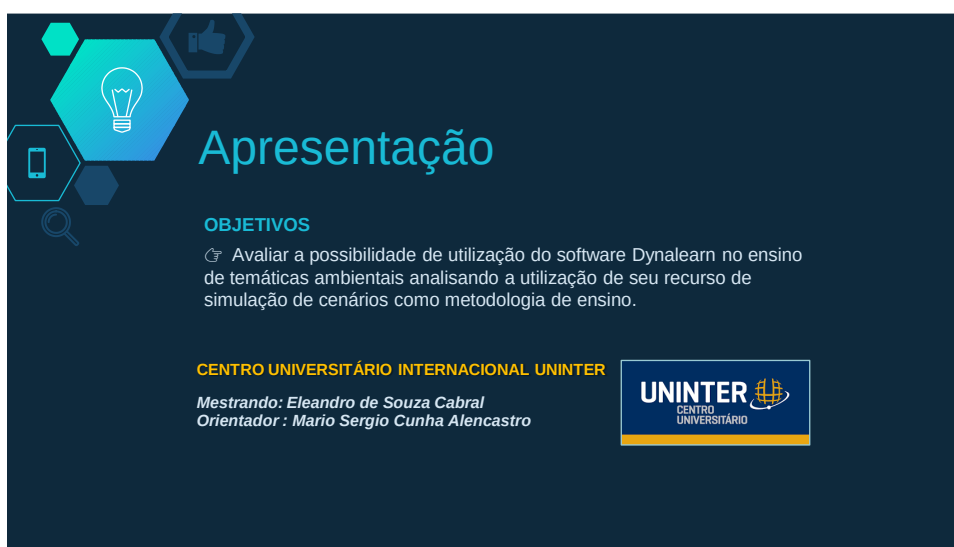
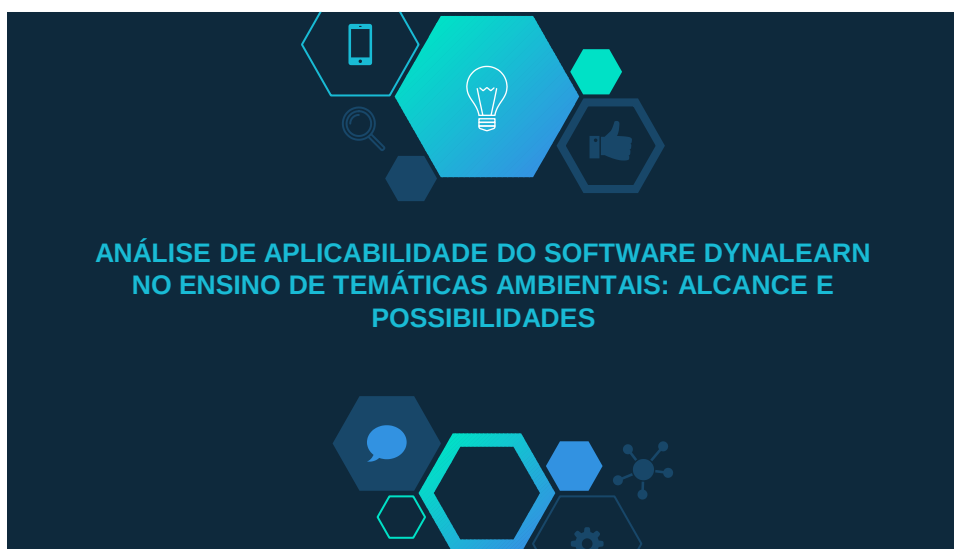
VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

ZHANG, J. **Modification and revision of the Leadership Scale for Sport**. Journal of Sport Behavior, 20 (1), 105–122, 1997.

WORLDWATCH INSTITUTE WWI. Estado do mundo, 2010 – transformando culturas: estado do consumo e o consumo sustentável. Salvador: Uma Ed., 2010. Disponível em: <http://www.uma.org.br/estado_2015.pdf>. Acesso em: 11.dez.2016.

APÊNDICE 1

APRESENTAÇÃO *POWER POINT*





Apresentação das funcionalidades

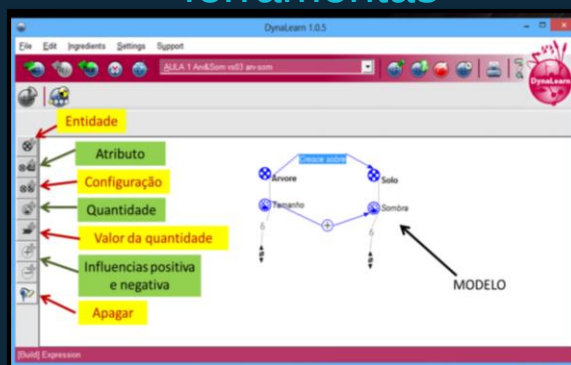
☞ O usuário possui condição de simular sua proposta interagindo com os ícones que se encontram pedagogicamente dispostos em sequência lógica de utilização, os quais são de fácil entendimento e localização. Sua disposição denota em uma facilidade de compreensão e praticidade das ferramentas possíveis de utilização.

Labels in the screenshot:

- Abrir modelo (Open model)
- Salvar (Save)
- Salvar como (Save as)
- Nome do modelo (Model name)
- Começar novo (Start new)
- Fechar (Close)
- Editar modelo (Edit model)
- Rodar Simulação (Run simulation)

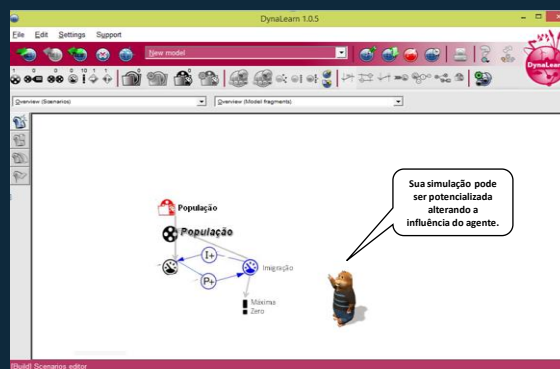
Apresentação das ferramentas

Ferramentas dispostas em sequência e em ordem de utilização para modelagem inicial. Cada ícone possui diferente funcionalidade.



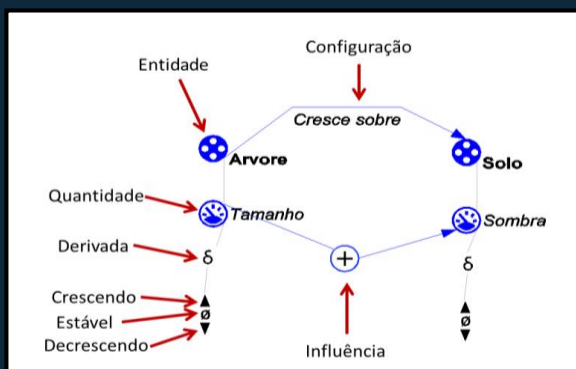
Interatividade

A interação entre educando, personagem virtual, e o modelo simulado potencializa a significação de saberes.



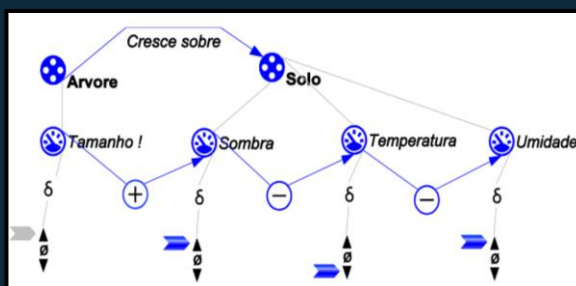
Elementos de um modelo

A abordagem utilizada pelo Software formaliza termos simples em comparações qualitativas. Linguagem de modelagem são capazes de gerar raciocínio complexo e esta é a etapa chave para ser capaz de raciocinar a partir dessa estrutura de modelo.



Modelo de simulação

Com a simulação efetivada pelo educando o professor tem potencializada a possibilidade de trabalhar a transversalidade permitindo que sejam trabalhados diversos aspectos e disciplinas em apenas uma simulação.



Questão proposta como exercício

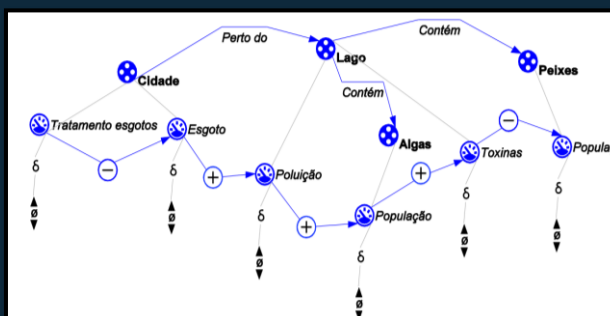


“Bloom de Algas”

Uma cidade fica perto do Lago. A cidade produz esgotos, que caem no Lago e causam poluição. A poluição por esgotos favorece o crescimento da população de um tipo de algas, que produzem um veneno (toxina) que fica dissolvido na água do lago. Essas toxinas reduzem o tamanho da população de peixes. O tratamento de esgotos pode resolver esse problema?

Simulação da questão

Além da resposta sobre a população de peixes, a principal intenção do software é tratar o raciocínio de construção e entendimento dos sistemas complexos, suas interações e consequências. Gerando assim significação na aprendizagem.

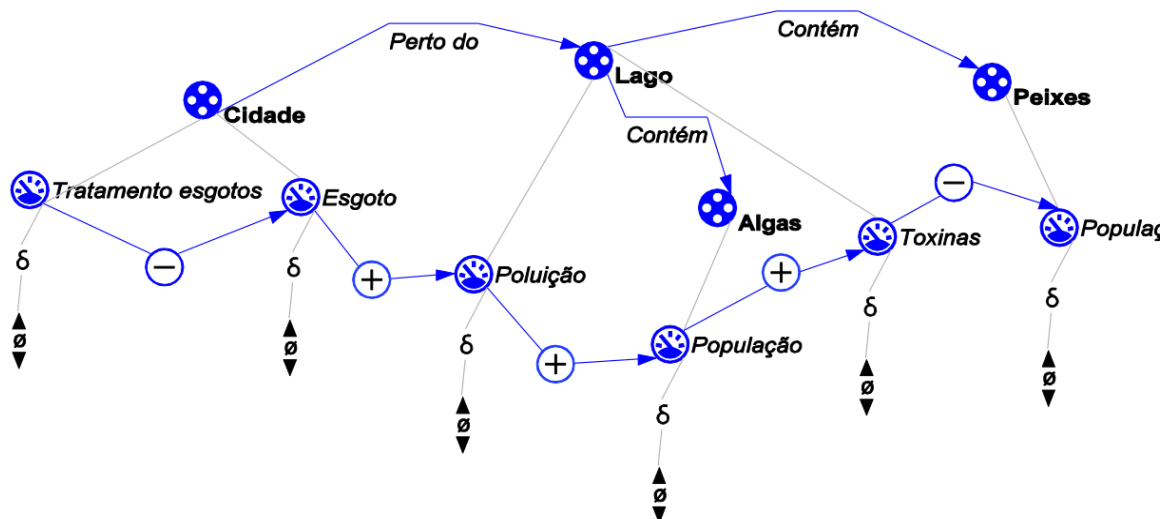


APÊNDICE 2

EXERCÍCIO BOOM DE ALGAS

Uma cidade fica perto do Lago. A cidade produz esgotos, que caem no Lago e causam poluição. A poluição por esgotos favorece o crescimento da população de um tipo de alga, que produz um veneno (toxina) que fica dissolvido na água do lago. Essa toxina reduz o tamanho da população de peixes. O tratamento de esgotos pode resolver esse problema?

SOLUÇÃO



APÊNDICE 3
QUESTIONÁRIO DE ATITUDES E MOTIVAÇÕES

Nome: _____

Formação: _____

Principais disciplinas: _____

Tempo de Magistério: _____

- 1) Sob sua análise foi identificada uma interface aprazível que instigue o educando a investigação e motivação em explorar novos conhecimentos por meio do *software Dynalearn*?
Resposta: () Concordo () Discordo
- 2) Ao tratarmos sobre a interface do *software Dynalearn* o mesmo apresenta interação com o usuário?
Resposta: () Concordo () Discordo
- 3) Ao analisarmos as funcionalidades do *software Dynalearn* em suas nuances de formato, cores e fontes, estes quesitos se adaptam ergonomicamente à usabilidade proposta?
Resposta: () Concordo () Discordo
- 4) É possível afirmar que a abordagem de estudo proposta pelo *software Dynalearn* possibilita interpelar temáticas ambientais complexas dificultadas pela metodologia tradicional?
Resposta: () Concordo () Discordo
- 5) Podemos afirmar que o *software Dynalearn* possui abordagem inovadora voltada para uma aprendizagem por meio de simulação de cenários?
Resposta: () Concordo () Discordo
- 6) Os personagens virtuais que participam do processo de simulação dos cenários no *software Dynalearn* potencializam a interação do educando ao conteúdo e sua consequente significação dos saberes?
Resposta: () Concordo () Discordo
- 7) Quando são propostos por meio do *software Dynalearn* o exercício e prática para reforçar conteúdos em sala de aula podemos afirmar que se possibilita uma melhoria dos processos de ensino-aprendizagem?
Resposta: () Concordo () Discordo