

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

Cleyton Aparecido Dim

**APIN: FERRAMENTA PARA APRENDIZAGEM DE LÓGICAS E ESTÍMULO DO
RACIOCÍNIO E DA HABILIDADE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

**Belém
2012**

Cleyton Aparecido Dim

APIN: FERRAMENTA PARA APRENDIZAGEM DE LÓGICAS E ESTÍMULO DO RACIOCÍNIO E DA HABILIDADE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará. Área de Concentração: Sistemas de Informação. Orientador: Prof. Dr. Francisco Edson Lopes da Rocha.

**Belém
2012**

Dim, Cleyton Aparecido

APIN: Ferramenta para aprendizagem de lógicas e estímulo do raciocínio e da habilidade de resolução de problemas / (Cleyton Aparecido Dim); orientador, Francisco Edson Lopes da Rocha. - 2012.

70 f. il. 28 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Belém, 2012.

1. Ferramenta de Aprendizagem. 2. Lógica. I. Rocha, Francisco Edson Lopes da, orient. II. Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

CDD 22. ed. 371.334

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dedico esta pesquisa à minha mãe
Ana Organista.

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre me deu apoio, sem o qual eu não chegaria aqui.

Ao Prof. Francisco Edson Lopes da Rocha, por ter acreditado em mim e ter sido um grande orientador com o qual eu sempre pude contar.

Ao amigo Edgar, por toda a colaboração com a aplicação da ferramenta APIN.

Às amizades que fiz ao longo destes dois anos de mestrado, em especial aos integrantes da “República”, que tornaram o meu caminho menos árduo com todos os momentos divertidos que tivemos.

“Uma mente precisa de livros tal como uma espada precisa de uma pedra de amolar para manter-se afiada”

Tyrion Lannister

RESUMO

Este trabalho apresenta uma ferramenta pedagógica computacional que objetiva amenizar as dificuldades de aprendizagem nos primeiros anos dos cursos de computação em disciplinas em que a lógica está envolvida, que de acordo com pesquisas realizadas decorre da ausência de uma base lógico-matemática prévia. Considerando que a oferta de ferramentas pedagógicas adequadas pode melhorar substancialmente o desempenho dos estudantes, foi desenvolvida no âmbito do Laboratório de Informática Educativa da Universidade Federal do Pará a ferramenta APIN – Agência Planetária de Inteligência, como uma possível solução do problema. Trabalha-se com a ideia de desenvolvimento de uma base lógico-matemática em alunos do Ensino Médio visando dar suporte à aquisição de novos conhecimentos, de acordo com a ideia construtivista conhecida por teoria da assimilação. O objetivo da ferramenta é fazer com que os acadêmicos dos cursos de computação ingressem na Universidade com um raciocínio lógico bem desenvolvido, detendo conhecimentos básicos de lógica e programação. Para validar a ferramenta foram organizadas oficinas em duas escolas de Ensino Médio, onde os alunos utilizaram todos os recursos da APIN em 3 dias, com 4 horas diárias de atividades. Com os dados obtidos nas oficinas, observou-se que a ferramenta APIN tem potencial para ajudar a solucionar o problema da dificuldade de aprendizagem da lógica no Ensino Superior.

PALAVRAS-CHAVE: Ferramenta de Aprendizagem, Raciocínio, Lógica.

ABSTRACT

This work presents a computational pedagogic tool aiming at the reduction of the learning difficulties in the early years of the computer courses in disciplines involving logic, which according to some researchs is caused by the lack of a logical-mathematical basis. Considering that provision of appropriate educational tools can substantially improve the performance of students, it was developed at the Educational Computing Laboratory, Federal University of Pará, the tool called APIN – Agência Planetária de Inteligência (Planetary Intelligence Agency), as a possible contribution to solve the problem. It works out the idea of developing a logical-mathematical basis of high school students leading to the acquisition of new knowledge, according to the constructivist idea known as assimilation theory. The purpose of the tool is to make the students entering computing courses at university with a well-developed logical reasoning, holding basic knowledge of logic and programming. To validate the tool it was organized workshops in two high schools, where students used APIN's features in 3 days, with 4 hours daily of activities. With the data obtained through the workshops, it was observed that the tool APIN has the potential to help solve the problem of learning difficulties of logic in Higher Education.

KEYWORDS: Educational Tool, Reasoning, Logic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema xLogo (Fonte: http://projetologo.webs.com/xlogo.html).....	14
Figura 2 - Ambiente Alice (Fonte: Alice, 2010)	15
Figura 3 - Modos de jogo no JogosLogica (Fonte: Sebben et al., 2009).....	15
Figura 4 - Ambiente Scratch (Fonte: Scratch, 2010).....	16
Figura 5 - Aprendizagem no Construtivismo	19
Figura 6 - Requisitos para ocorrer a aprendizagem significativa (Fonte: Rocha, 2007)	20
Figura 7 - Tela inicial da Ferramenta APIN	22
Figura 8 - Módulos de Lógica na Academia APIN	24
Figura 9 - Lição típica sobre Lógica Proposicional.....	25
Figura 10 - Esquema de Exercícios - Exercício da Primeira Lição de Lógica Proposicional ..	25
Figura 11 - Treinamento de Programação: um algoritmo que faz uma animação	26
Figura 12 - Exemplo de uma Missão.....	27
Figura 13 - Interface do Editor de Missões	31
Figura 14 - Tela inicial do site apin.ufpa.br	33
Figura 15 - Módulo de Relatórios do site.....	34
Figura 16 - Modelo do Repositório	34
Figura 17 - Ambiente de uma missão que utiliza proposições nos enigmas	36
Figura 18 - Exemplificação de uma missão que utiliza conceitos de valoração lógica	36
Figura 19 - Missão que utiliza conceitos de proposições compostas	37
Figura 20 - Ilustração de missão que trabalha a representação de proposições por letras	38
Figura 21 - Classe genérica de janelas.....	42
Figura 22 - Pseudocódigo da função que interpreta algoritmos no módulo de treinamento	43
Figura 23 - Pseudocódigo da função que interpreta algoritmos no módulo de missões	44
Figura 24 - Comunicação entre software cliente e software servidor na ferramenta APIN.....	45
Figura 25 - Processamento das respostas nos exercícios da Academia APIN	46
Quadro 1 - Características das ferramentas analisadas.....	48
Figura 26 - Escola A - Tentativa e erro nos exercícios	51
Figura 27 - Escola A - Desempenho dos alunos nos exercícios.....	51
Figura 28 - Escola A - Desempenho dos alunos por módulo da academia	52
Figura 29 - Escola A – Desempenho dos alunos nas missões.....	52
Figura 30 - Escola A – Pontuações individuais e média geral nas missões	53
Figura 31 - Escola A – Pontuações individuais e média geral na olimpíada	53
Figura 32 - Escola A – Módulos difíceis sob a ótica dos alunos.....	54
Figura 33 - Escola B – Tentativa e erro nos exercícios.....	55
Figura 34 - Escola B – Desempenho dos alunos nos exercícios	56
Figura 35 - Escola B – Desempenho dos alunos por módulo da academia.....	56
Figura 36 - Escola B – Desempenho dos alunos nas missões	57
Figura 37 - Escola B – Pontuações individuais e média geral nas missões.....	57
Figura 38 - Escola B – Pontuações individuais e média geral na olimpíada.....	58
Figura 39 - Escola B – Módulos difíceis sob a ótica dos alunos.....	59
Figura 40 - Escolas A e B - Média geral em cada etapa.....	61
Figura 41 - Diagrama de Classes do Software Cliente.....	72
Figura 42 - Diagrama de Classes do Software Servidor.....	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 O Ensino Superior em Computação	10
1.2 Problemática no ensino da Computação.....	11
1.3 Softwares Educativos	13
1.4 Objetivo da pesquisa.....	17
2 CONSTRUTIVISMO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	18
2.1 Piaget	18
2.2 Ausubel.....	20
2.3 Construtivismo nas Ferramentas Educativas.....	21
3 A FERRAMENTA APIN	22
3.1 Agência Planetária de Inteligência	23
3.2 APIN+: Um Framework para criação de Missões APIN	30
3.3 Sistema de Pontuação	32
3.4 Site da Ferramenta	33
3.5 Aspectos Pedagógicos	35
3.6 Aspectos Técnicos	41
3.7 APIN x Outras Ferramentas	47
4 A APIN NO ENSINO MÉDIO	49
4.1 Escola A.....	50
4.2 Escola B.....	55
4.3 Análise Geral dos Resultados.....	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
5.1 Contribuições Científicas e Premiações	67
5.2 Trabalhos Futuros	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
APÊNDICES	71

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico crescente nos últimos anos, as suas diversas ramificações ganharam um forte peso na sociedade. Uma delas é a computação, presente em todas as áreas sociais. Em meio a este desenvolvimento, torna-se fundamental um ensino superior sólido e de qualidade na área, de forma que propicie uma fluência eficaz e eficiente da computação no meio social, sendo um dos requisitos para essa solidez a preparação prévia do aluno para o estudo de lógica, componente indispensável da computação.

1.1 O ENSINO SUPERIOR EM COMPUTAÇÃO

Ao contrário de outros cursos superiores em que há preparação escolar prévia visando formar, por exemplo, físicos, geógrafos e historiadores, os alunos que optam por uma graduação em computação não têm esta preparação prévia no ensino médio, chegam ao ensino superior sem ter qualquer noção básica dos princípios fundamentais que a regem, e uma quantidade considerável de ingressantes acaba ou por desistir do curso ou por enfrentar um percurso acadêmico cheio de dificuldades em relação à aprendizagem ao se deparar com disciplinas que envolvem a aplicação de lógica, como algoritmos, programação e outras. O resultado acadêmico pobre, muitas vezes, causa o desinteresse pela área.

De acordo com o Mec (1999), os cursos de nível superior em computação se dividem em quatro grandes categorias não equivalentes entre si: os que utilizam a computação como atividade fim, os que a utilizam como atividade meio, as licenciaturas e os cursos de tecnologia e seqüenciais. Nos cursos em que a computação é atividade fim, visa-se primordialmente a formação de recursos humanos para o desenvolvimento científico e tecnológico da área. Exemplos de cursos nessa categoria são os de Ciência da Computação e Engenharia da Computação. Estes cursos, embora na mesma categoria, apresentam diferenças quanto ao campo de aplicação, com a Engenharia da Computação sendo mais direcionada para a aplicação da Ciência da Computação na solução de problemas em âmbito industrial.

Já nos cursos em que a computação é atividade meio há o objetivo de formar recursos humanos para o estudo de sistemas e tecnologias e sua aplicação na sociedade, empresas, organizações e indústria. Normalmente levam o nome de Bacharelado em Sistemas da Informação.

A Licenciatura em Computação tem por objetivo formar profissionais da educação para disseminar o conhecimento da computação e ensino de utilização de ferramentas e tecnologias em diversos setores.

Por fim, existem os cursos de tecnologia e os chamados sequenciais, com a finalidade de atendimento rápido às necessidades específicas do mercado de trabalho, tendo uma duração menor em relação aos demais cursos. Em relação a estes, observa-se a existência de cursos para muitas finalidades específicas cuja consequência é a quase impossibilidade de padronizar as grades curriculares dos mesmos.

Os cursos das três primeiras categorias têm em comum em sua grade curricular os fundamentos da computação que englobam o estudo de algoritmos, estruturas e manipulação de dados, linguagens de programação, arquitetura de computadores, matemática e lógica. Estes requisitos curriculares tornam a computação uma área que necessita que seus acadêmicos desenvolvam e apliquem o raciocínio lógico em um nível mais proeminente do que aqueles dos cursos de outras áreas.

1.2 PROBLEMÁTICA NO ENSINO DA COMPUTAÇÃO

Disciplinas cujo desenvolvimento é baseado no raciocínio lógico, como as que tratam de algoritmos, por exemplo, são encontradas desde os primeiros semestres em cursos superiores de computação, e cursá-las com bom aproveitamento tem sido um desafio para os acadêmicos. Não ter conhecimento básico sobre lógica, adquirido previamente no ensino médio, implica em, no caso de opção de graduação em computação, uma escolha às cegas de um curso no qual o aluno não faz ideia de com o que lidará, e isso traz efeitos negativos, como evasão e dificuldades de aprendizagem.

De acordo com Raabe e Silva (2005), estas dificuldades de aprendizagem são, em parte, responsáveis pelas reprovações e desistências nestes cursos. Isto pode ser observado, por exemplo, no curso de Ciência da Computação na Universidade Federal do Pará, em que no ano de 2010 na disciplina de algoritmos constaram 21 alunos aprovados e 15 reprovados e na disciplina de algoritmos em um curso de Licenciatura em Computação na Universidade do Estado de Mato Grosso onde se registrou 26 alunos aprovados e 35 reprovados no primeiro semestre de 2010.

Uma das causas deste cenário é apontada por Santos e Costa (2005) e Pereira Júnior et al. (2005) como sendo a falta de uma base lógico-matemática que ajude a desenvolver o raciocínio lógico do aluno. Existem estudos realizados, como o de Rocha et al. (2010), que

buscam solucionar o problema da dificuldade de aprendizagem por meio de diferentes metodologias de ensino ou ferramentas de auxílio à aprendizagem no próprio ambiente universitário, mas tal abordagem é meramente remediadora e não soluciona o problema da falta de formação de base lógico-matemática prévia.

O aprendizado da lógica na Educação Básica pode ajudar a reduzir estes problemas. No que diz respeito à potencial evasão precoce, o aluno, tendo o contato com a lógica antes de entrar em uma universidade, pode tomar a decisão de não escolher um curso de computação uma vez observado por ele que a lógica não é um alvo em potencial para seus estudos, o que permitiria que outras pessoas com real interesse na computação adentrem no curso. Mesmo no caso em que o aluno não curse no futuro uma graduação em computação, o estudo da lógica, sendo facilitada ou não por ferramentas de apoio, não deixa de ser benéfico, pois a lógica não é útil apenas para a computação, mas também para o indivíduo como agente social e pensante. Relativamente à dificuldade de aprendizagem na universidade, o ensino da lógica em nível introdutório na Educação Básica tem o condão de formar uma base de conhecimentos que ajude a diminuir o nível da complexidade na aprendizagem da lógica, como é ensinada no curso superior.

Uma atuação no Ensino Médio para tratar do problema da má formação de base lógico-matemática dos alunos é justificável à medida que o Mec (1998) expressa por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio que as escolas devem organizar seus currículos de modo à “adotar metodologias de ensino diversificadas, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências cognitivas superiores”.

Nas pesquisas de Lira e Silva (2004) é demonstrada a importância do raciocínio lógico na escola, citando-se a matemática como o campo de estudo que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico, embora o potencial da matemática não seja devidamente explorado pelos professores, que a limitam à aplicação de fórmulas que não trazem um sentido prático imediato para os alunos. Faz-se então necessária a adoção de metodologias de ensino diferenciadas, como proposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, para viabilizar a construção do raciocínio lógico.

Atualmente tem-se utilizado tecnologias que favorecem o processo de ensino-aprendizagem nos variados níveis de educação. Dentre essas tecnologias, Jucá (2006) cita que softwares ou ferramentas educativas podem contribuir positivamente com a aprendizagem dos alunos.

1.3 SOFTWARES EDUCATIVOS

De acordo com Bertoldi e Ramos (1999), os softwares educativos podem ser divididos em diferentes categorias ou modalidades, das quais as mais difundidas são os de Exercício e Prática, Tutoriais, Simulações/Modelagem e Jogos.

Os softwares de Exercício e Prática são os mais simples e tradicionais. Consistem na exibição de exercícios em formato digital, com adição ou não de recursos audiovisuais para estimular o aluno a resolvê-los. Também tem a característica de mostrar os erros e acertos.

Os Tutoriais são mais complexos que os Exercícios por terem o objetivo de apresentar um conhecimento ao aluno, ou complementar um conhecimento previamente adquirido, podendo contar com recursos gráficos e sonoros para despertar o interesse do usuário.

Os softwares Simuladores e de Modelagem replicam objetos ou ambientes reais no meio digital. Através deles é possível realizar simulações em um computador, e o aluno pode interagir com este ambiente digital e observar resultados que seriam semelhantes àqueles observados em um ambiente real. Em alguns casos, o ambiente digital pode inclusive ser criado pelo próprio aluno.

Por fim, jogos em um contexto educativo são fontes de recreação, aprendizagem e desenvolvimento de habilidades. Neles podem ser inseridos desafios cuja solução necessita de conhecimentos em determinada área, raciocínio lógico e/ou coordenação motora.

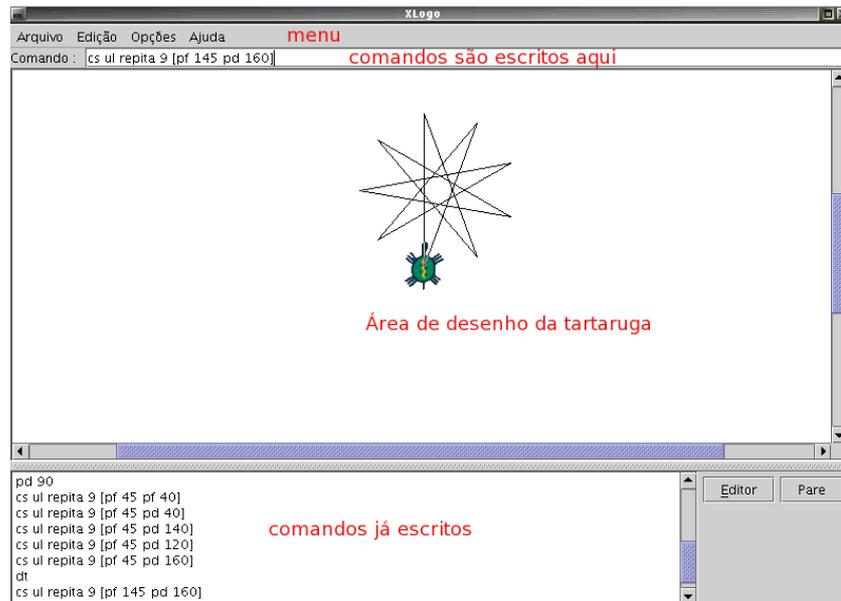
Uma vez que a ausência de base lógico-matemática prévia é uma das razões para a dificuldade na aprendizagem das disciplinas fundamentais da computação, é importante o seu desenvolvimento para estimular o raciocínio lógico nos alunos de Ensino Médio, de maneira que estejam aptos a ingressar em um curso superior em computação. Softwares educativos que estimulem o raciocínio lógico e a habilidade de resolução de problemas podem ter um impacto positivo neste desenvolvimento.

Existem diversos softwares educativos que podem estimular o raciocínio lógico ou tem a finalidade específica de amenizar os problemas de aprendizagem na computação. Dentre eles é possível citar:

- Sistemas Logo: Existem diversos sistemas Logo, em que o usuário utiliza uma linguagem de programação funcional e interpretada para comandar uma tartaruga gráfica que se movimenta pelo ambiente, desenhando por onde passa. Os comandos podem ser utilizados para mostrar resultados imediatos conforme são inseridos, ou podem ser agrupados em um bloco de comando para executar de uma só vez. A linguagem logo foi desenvolvida com base nas teorias sobre o processo

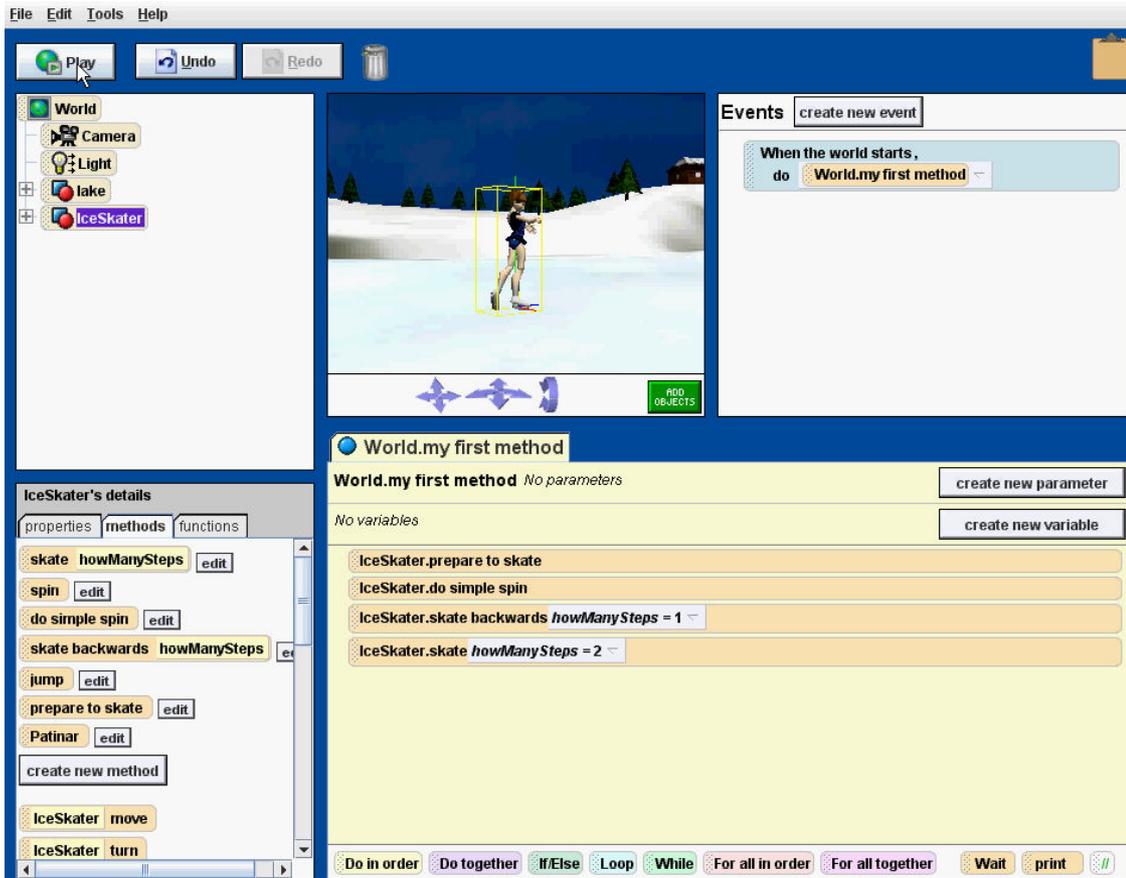
de aprendizagem no construtivismo, e serve de base teórica para diversas pesquisas, softwares educativos e até para a robótica. Um exemplo de sistema Logo é o xLogo (2010), mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Sistema xLogo (Fonte: <http://projetologo.webs.com/xlogo.html>)



- Alice (2010): É um software educativo de simulação no qual o usuário modela um ambiente com objetos tridimensionais existentes no sistema. Cada objeto tem atributos e métodos que são utilizados pelo usuário através de comandos sequenciais. O sistema Alice aparenta possuir muita influência dos sistemas Logo, aperfeiçoando a ideia da relação comando-resultado, onde expande o leque de resultados observáveis, visto que o aluno não apenas faz uma tartaruga desenhar enquanto esta ela move, mas sim altera todo o ambiente que podem ter diversos objetos e personagens, podendo criar animações tridimensionais. Seu objetivo é de introduzir alunos da educação básica na lógica de programação de uma forma atrativa e divertida. A Figura 2 apresenta o ambiente Alice.

Figura 2 - Ambiente Alice (Fonte: Alice, 2010)



- JogosLogica (Sebben et al., 2009): Um sistema com jogos em três modos distintos: um de raciocínio lógico com a alteração de um jogo conhecido como Sudoku, um com desafios de lógica de proposições e um com associação e classificação de objetos e trabalho da coordenação motora. Foi desenvolvido para indivíduos da terceira idade e está disponível em plataforma WEB. A Figura 3 mostra os três modos de jogo.

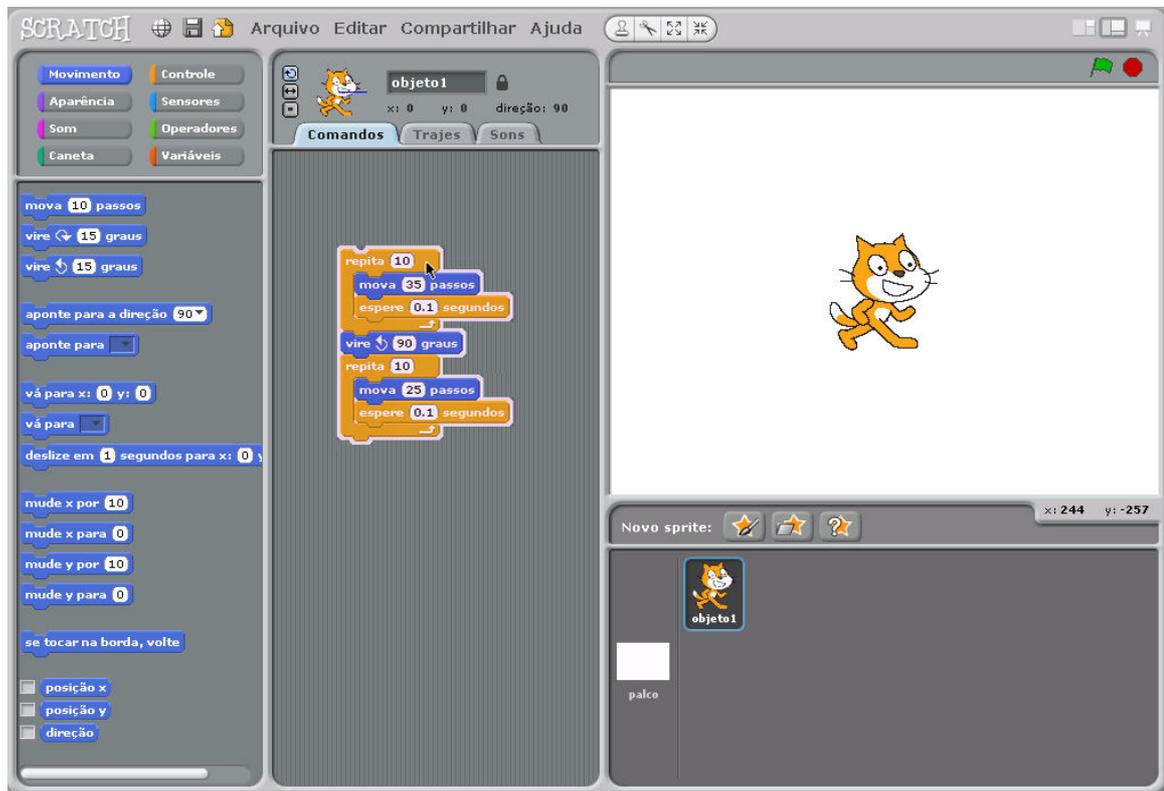
Figura 3 - Modos de jogo no JogosLogica (Fonte: Sebben et al., 2009)



- Scratch (2010): Similar ao sistema Alice, também é teoricamente relacionado à linguagem Logo e objetiva introduzir conhecimentos de lógica de programação

através da combinação de métodos e edição de atributos de objetos, tendo uma interface e linguagem mais simples, e gráficos bidimensionais. A Figura 4 apresenta o ambiente Scratch.

Figura 4 - Ambiente Scratch (Fonte: Scratch, 2010)



Embora úteis em seus objetivos, estas ferramentas não aparentam contribuir com o desenvolvimento de uma base lógico-matemática integral. Há ausência de um material pedagógico instrutivo sobre lógica, que é importante para formalizar os conceitos que o aluno possa adquirir durante a utilização destas ferramentas, bem como é importante por serem conceitos que são necessários nos cursos de computação. Outro ponto, que pode suscitar o desinteresse do usuário, é a falta de um sentido prático imediato para as mesmas. O usuário que utiliza os sistemas meramente faz animações ou desenhos com os comandos e pode se questionar do porquê, de qual a importância e qual a aplicação daquilo, perguntas muito comuns quando o aluno não consegue associar um determinado conceito com uma aplicação futura.

1.4 OBJETIVO DA PESQUISA

Em razão das lacunas notadas nas ferramentas examinadas no âmbito da pesquisa, foi concebida e desenvolvida a ferramenta APIN – Agência Planetária de Inteligência, baseada nas teorias do construtivismo e que tem como objetivo específico ajudar a desenvolver uma base lógico-matemática em alunos do Ensino Médio, contando para isso com um sistema de tutoriais e exercícios que contém material pedagógico sobre diferentes tipos de lógica, como a proposicional e a de predicados, e um sistema de jogos em que há desafios de lógica que são resolvidos através da combinação de métodos de um personagem que interage com diversos ambientes em diferentes missões.

A segunda seção desta dissertação é dedicada a uma visão geral sobre o construtivismo e a teoria da aprendizagem significativa, onde pode estar a resposta para o problema da aprendizagem nos cursos de computação. Na terceira seção é descrita a ferramenta APIN, seus aspectos pedagógicos e técnicos e na quarta seção são relatadas as experiências de uso da ferramenta APIN no Ensino Médio. As considerações finais concluem o trabalho na Seção 5.

2 CONSTRUTIVISMO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Este trabalho se apóia em duas teorias de aprendizagem como argumento para a sua realização e como referencial no seu processo de desenvolvimento: O Construtivismo e a Aprendizagem Significativa, as quais são brevemente discutidas neste capítulo.

Como um indivíduo aprende? Muitas teorias de aprendizagem tentam responder a esta pergunta, às vezes de maneira conflitante entre si. Uma destas teorias, bem aceita atualmente, é o Construtivismo.

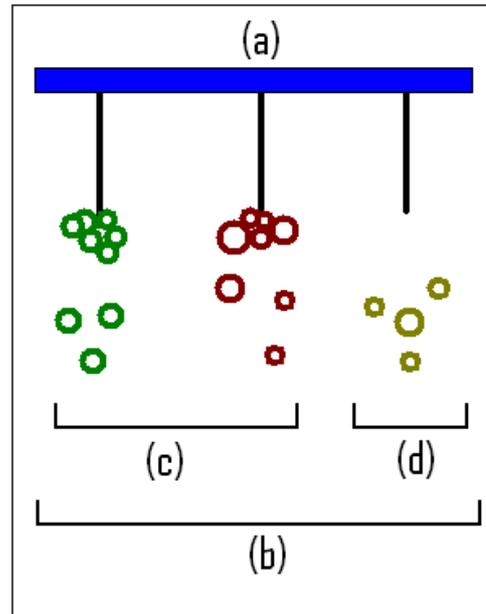
De acordo com Castañon (2005), o termo construtivismo tem sido utilizado em diferentes ocasiões e em diversos ramos de conhecimento, sendo que uma das aplicações na aprendizagem se dá pela teoria de Piaget (1973) sobre a construção da estrutura cognitiva do sujeito, a Epistemologia Genética, que trata da modificação das estruturas mentais sob influência da interação do indivíduo com o meio em que vive.

2.1 PIAGET

Em sua teoria, Piaget defende que o sujeito ao nascer não possui uma estrutura cognitiva formada, e que a mesma não será reflexo de objetos externos, sendo ela passível de mudanças, que acontecem conforme há interação entre o sujeito e o meio externo, o que é contrário ao apriorismo, que prega que o sujeito nasce com sua estrutura completa, e ao empirismo, que afirma ser o conhecimento provindo exclusivamente do que é externo ao sujeito. É daí que surge a palavra construtivismo: a relação entre a estrutura cognitiva e o processo que permite a sua transformação, sendo que este processo tem base na interação entre o sujeito e o objeto, com o conhecimento sendo construído aos poucos pela relação estabelecida entre os dois (Sanchis e Mahfoud, 2007).

Piaget apresenta em seu trabalho dois conceitos que são os fundamentos da sua ideia de construtivismo: a assimilação e a acomodação. Todo conhecimento novo recebido pelo sujeito será ou agregado a conhecimentos prévios compatíveis na sua estrutura cognitiva, na chamada assimilação, ou será alocado um novo esquema de conhecimento, caracterizando-se a acomodação, em ambos os casos alterando a estrutura cognitiva, que se adapta às mudanças. A Figura 5, que é autodescritiva, exemplifica este processo.

Figura 5 - Aprendizagem no Construtivismo: (a) Estrutura Cognitiva, (b) Novos Conhecimentos, (c) Assimilação, (d) Acomodação



Detalhando um pouco mais a ideia subjacente ao construtivismo, seja um sujeito que vê pela primeira vez uma roda de automóvel, e alguém explica a ele o que é uma roda e do que é composta. Como o sujeito nunca havia tido contato com este objeto, é criado um novo esquema de conhecimento em sua estrutura cognitiva onde são guardados conceitos sobre a roda. Aqui é concretizada a acomodação, pois ele nada sabia antes sobre o objeto que lhe foi apresentado.

Agora, consideremos que este mesmo sujeito vê pela primeira vez um automóvel completo. Uma vez que ele já tinha conhecimentos prévios a respeito da roda, ele irá associar os conceitos dela com os do carro, e modificar os conceitos que ele guarda em sua estrutura cognitiva, de modo que reflitam melhor suas novas impressões sobre o meio externo. É dessa forma que se configura a assimilação, quando o sujeito possui algum conhecimento que possa se relacionar com novas informações que lhes sejam apresentadas. É importante reconhecer que Construtivismo é um vasto campo conceitual filosófico e científico e que a Teoria de Piaget representa apenas uma perspectiva particular.

Em uma visão aderente ao Construtivismo e aparentemente influenciada pelas ideias presentes no trabalho de Piaget aparece a Teoria da Assimilação, cujo principal conceito é a Aprendizagem Significativa. Esta é definida como o centro do mecanismo de assimilação, referindo-se ao processo de enlace entre a estrutura cognitiva do sujeito com novas informações adquiridas por este (Ausubel, 1962 *apud* Rocha, 2007).

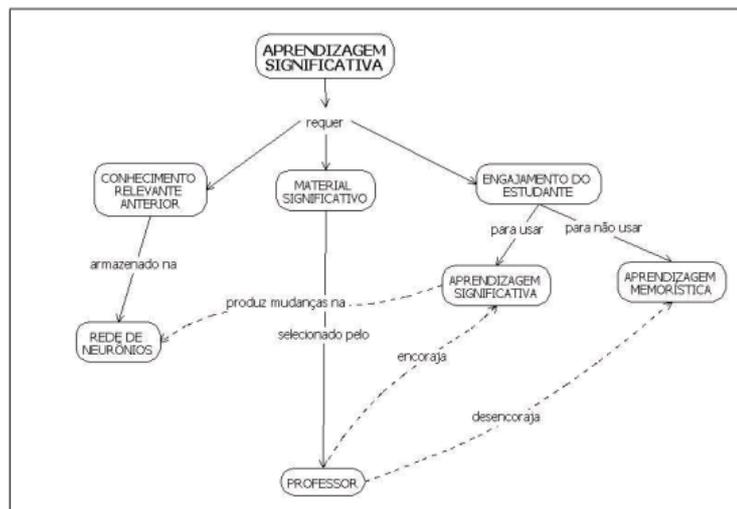
2.2 AUSUBEL

Na teoria de Ausubel (1962) observa-se que, para que ocorra a aprendizagem significativa, o que conseqüentemente inclui a assimilação, alguns requisitos são necessários:

- O material de aula deve ser significativo e logicamente organizado;
- O estudante deve aprender de maneira significativa (compreender e não decorar);
- O instrutor deve estimular a utilização de ferramentas e materiais instrucionais apropriados;
- O estudante deve ter conhecimento prévio que possa relacionar com as novas informações sobre um determinado tema.

A Figura 6 é um mapa conceitual construído com a finalidade de ajudar a compreender alguns aspectos do processo de aprendizagem de acordo com a Teoria da Assimilação de Ausubel. A leitura deste mapa mostra que para que haja Aprendizagem Significativa, em outras palavras, para que haja compreensão por parte do estudante, para que a matéria textual apresentada faça sentido, é necessário haver alguns condicionantes, como conhecimento prévio anterior, material didático adequado e, sobretudo, vontade do estudante para aprender desta forma.

Figura 6 - Requisitos para ocorrer a aprendizagem significativa (Fonte: Rocha, 2007)



Percebe-se então o porquê da necessidade de uma base lógico-matemática. Sem conhecimentos prévios que sirvam de ancoradouros na estrutura cognitiva para os novos conhecimentos que envolvem lógica, estes serão acomodados em um novo esquema cognitivo e a aprendizagem neste caso será mais lenta, uma vez que o acadêmico terá de começar a

aprender algo totalmente novo, ao invés de receber o conhecimento e rapidamente saber do que se trata e com o que associar.

Mas não é apenas da relação entre conhecimento antigo com novos conhecimentos que trata a teoria do construtivismo. Ela é, acima de tudo, uma teoria que se refere à relação de interação entre o sujeito e seu objeto de aprendizagem, em que o sujeito constrói seu conhecimento ao passo que conhece tudo o que lhe é externo.

2.3 CONSTRUTIVISMO NAS FERRAMENTAS EDUCATIVAS

As ferramentas Scratch e Alice, as ideias da robótica como meio de aprendizagem e a linguagem Logo, estão todos relacionados com a teoria do construtivismo, no tocante à interação entre sujeito e objeto de aprendizagem. Neles, o aluno constrói seu conhecimento à medida que entra em contato com mundos virtuais ou objetos. Mas no caso das ferramentas Scratch e Alice, estas parecem prescindir de um material pedagógico instrutivo adequado para fornecer aos usuários conhecimentos prévios necessários ao bom aproveitamento das ferramentas, no que se refere à raciocínio lógico. Já na robótica, é possível trabalhar conceitos antes das interações com os objetos, e a linguagem Logo não tem o objetivo específico de preparar alunos para cursos de computação.

A ferramenta APIN utiliza o construtivismo como argumento para sua existência, e como referencial para seu desenvolvimento. Ela foi criada com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento de uma base lógico-matemática para alunos do Ensino Médio, de modo que em um possível ingresso em curso superior de computação, estes alunos possuam conhecimentos prévios para uma boa aprendizagem. É dividida em três partes: Uma etapa de tutoriais de lógica, onde são trabalhados conceitos importantes para o estímulo do raciocínio e uso proveitoso da ferramenta; Uma etapa de missões em formato de jogo, que é a parte central da APIN, onde o usuário tem contato com objetos virtuais e com eles interage através de comandos; E uma etapa de competições que incrementa as possibilidades de uso das missões.

Há também um módulo extra da APIN, chamado APIN+, que permite que alunos e professores criem as próprias missões para desafiar alguém a completá-las, beneficiando o processo de aprendizagem.

No próximo capítulo são discutidos com detalhes a ferramenta APIN, seu conteúdo didático, esquema das missões e processo de desenvolvimento, em uma visão pedagógica e técnica.

3 A FERRAMENTA APIN

A ferramenta educativa APIN tem o objetivo de ajudar a desenvolver uma base lógico-matemática em alunos do Ensino Médio através da aprendizagem de alguns tipos de lógica, estímulo do desenvolvimento e uso do raciocínio lógico e da capacidade de solução de problemas em um contexto computacional. Para tanto sua estrutura combina o esquema de software tutorial-exercício, contendo material didático para aprendizagem de diferentes tipos de lógicas e exercícios relativos aos tópicos estudados, com o esquema de jogos fornecendo, em um ambiente lúdico e didático, diversas possibilidades de aplicação de conhecimentos de lógica para estímulo do raciocínio e solução de problemas. A Figura 7 mostra a tela inicial da APIN.

Figura 7 - Tela inicial da Ferramenta APIN



Ela foi desenvolvida considerando-se a teoria do construtivismo como argumento existencial e como fornecedora de diretrizes metodológicas para criação de seu material pedagógico.

Este capítulo é dedicado à apresentação da ferramenta APIN detalhadamente, com seu conteúdo didático, seus módulos, esquema das missões e processo de desenvolvimento, em uma visão pedagógica e técnica.

3.1 AGÊNCIA PLANETÁRIA DE INTELIGÊNCIA

A APIN representa uma agência fictícia responsável pela segurança do planeta, na qual o aluno ingressa como um aprendiz na subdivisão Academia APIN; nesta o aluno tem aulas de diferentes tipos de lógica, com cada lógica sendo uma etapa deste sistema tutorial. Após o aluno se “graduar” na Academia APIN, ele se torna um Agente Oficial da APIN.

Uma vez que o aluno está na posição de Agente Oficial, ele passa a “trabalhar” para a APIN recebendo missões que representam desafios lógicos.

Há também um módulo para competições de lógica, cujo objetivo é a realização de olimpíadas de lógica em escolas. A ideia é abstraída para a ferramenta como operações de treinamento conjunto de inteligência entre as diversas filiais da APIN pelo universo.

O sistema tutorial da APIN, representado pela Academia APIN, constitui-se de páginas com material didático e exercícios na forma de questões objetivas sobre quatro tipos de lógica em um contexto iniciante e inclusivo, organizadas na ordem que segue:

- **Lógica Proposicional:** trata de proposições e inferências em linguagem natural. Também são apresentadas técnicas para provar argumentos. Os exercícios incluem proposições para o aluno inferir qual a resposta de determinada pergunta, bem como há proposições com inferências incorretas, onde o aluno deve descobrir onde está o erro. As lições têm como objeto os seguintes conceitos: Proposições, Valores Lógicos, Proposições Compostas, Conectivos Lógicos Se/Então, Conectivos Lógicos Se e Somente Se, Conectivos Lógicos Não, Conectivos Lógicos Ou, Conectivos Lógicos E, Agrupando Várias Proposições, Letras Representando Proposições, Prova de Argumentos – Modus Ponens, Prova de Argumentos – Modus Tollens e Prova de Argumentos – Silogismo.
- **Lógica de Predicados:** aqui são utilizados conceitos da lógica proposicional, adicionando um elemento importante da lógica de predicados: quantificadores. Os exercícios seguem o mesmo molde dos da lógica proposicional, com a inclusão de problemáticas envolvendo quantificadores. As lições trabalham os seguintes conceitos: Lógica de Predicados, Objetos e Predicados, Quantificadores e Validação de Argumentos.
- **Lógica Binária:** contém material com conceitos de Negação, Conjunção, Disjunção e Disjunção Exclusiva de argumentos em um formato de linguagem natural. Há exercícios de detecção do valor lógico de sentenças que incluem os conectivos lógicos, bem como a averiguação de erros em resultados fornecidos

para análise. Introduce a ideia de variáveis, que será amplamente utilizada na ferramenta. Tem como lições: Variáveis, Operadores Lógicos E e OU, Operadores Lógicos OU_ OU e NÃO, Expressões Binárias e Tabela Verdade.

- **Lógica de Programação:** são trabalhados os conceitos de sequência de comandos, variáveis, parâmetros, estruturas condicionais, conectivos lógicos e estruturas de repetição. O aluno toma conhecimento destes conceitos através de textos, e os pratica através das chamadas “aulas iniciais de controle” na agência, que representam um pré-treinamento do agente para o controle de um robô utilizado para completar as missões solicitadas quando adentrar na APIN. Nas aulas iniciais de controle, o aluno altera os atributos do robô através de comandos sequenciais que criam animações, podendo condicionar e repetir a execução destes comandos. A lógica de programação é uma etapa muito importante para o objetivo da ferramenta, sendo as outras lógicas mencionadas, em parte, um preparatório formador de base para esta lógica. Tem como lições: Variáveis, Atribuição de Valores à Variáveis, Condicionais, Conectivos Lógicos e Laços de Repetição.

O aluno deve obrigatoriamente seguir a ordem dos módulos, e das lições em cada módulo, visto que o material pedagógico foi construído considerando-se a ideia de novos conhecimentos se relacionando com conhecimentos anteriores. A Figura 8 apresenta a tela da academia, em que o aluno seleciona um módulo de lógica.

Figura 8 - Módulos de Lógica na Academia APIN



O material didático dos módulos de lógica é puramente textual e não necessariamente engloba tudo o que um aluno de computação deve saber sobre lógica. O material apresenta, em formato simplificado, os itens mais básicos e importantes, para que em um possível estudo aprofundado de lógica, a aprendizagem seja facilitada, e principalmente para que seja provido

um conhecimento mínimo no que diz respeito à lógica e ao raciocínio para um bom uso do módulo de Missões da APIN, uma vez que a Academia APIN existe justamente como estágio preparatório do próprio jogo. A Figura 9 apresenta uma lição típica sobre Lógica Proposicional.

Figura 9 - Lição típica sobre Lógica Proposicional

LIÇÃO 01 - PROPOSIÇÕES

Esta é sua primeira lição do módulo de lógica proposicional. Segue uma breve introdução ao mundo das proposições.

Proposições são afirmações de fatos ou expressões de juízos. Uma proposição é verdadeira ou falsa. São exemplos de proposições:

- A terra gira em torno do sol
- A água do mar é salgada
- O dia tem 20 horas

As duas primeiras são proposições verdadeiras, e a última é uma proposição falsa, pois o dia tem 24 horas.

Não são proposições, pois não são afirmações sobre fatos ou expressões de juízo:

- Vamos para casa?
- Que horas são?
- Corra!

Não há sentido em dizer que qualquer uma das afirmações acima é verdadeira ou falsa.

O exercício que segue é o passaporte para a próxima lição.
Clique em Exercícios.

Nas lições o aluno deve ler os textos e quando tiver entendido os conceitos apresentados, clicar em “Exercícios” para resolver as questões, que são objetivas e variam de duas a cinco alternativas possíveis, com apenas uma válida. É possível observar na Figura 10 o esquema dos exercícios associados à lição mostrada na Figura 9.

Figura 10 - Esquema de Exercícios - Exercício da Primeira Lição de Lógica Proposicional

Lição 01: Exercício

Qual dos conjuntos abaixo contém proposições?

Conjunto A:

- Socorro!
- Vamos jogar?
- A terra é redonda?

Conjunto B:

- A terra é quadrada.
- Cobras são animais.
- A pena de morte é injusta.

Ainda na Academia APIN, há um módulo extra para que o aluno pratique os conceitos de programação, animando um robô virtual por meio de algoritmos. Neste módulo o aluno pode mudar a posição e a aparência do robô sequencialmente, inserindo “pausas” entre cada comando para ter a sensação de movimento proporcionado pela animação quadro-a-quadro. Pode também inserir estruturas condicionais e de repetição, que dinamizam as possibilidades de animação do robô. Há um manual de instruções para que o aluno saiba como utilizar este módulo do sistema. A Figura 11 mostra a tela da etapa de treinamento de programação, estando ali incluído um algoritmo simples que faz o robô dar cinco passos para frente.

Figura 11 - Treinamento de Programação: um algoritmo que faz uma animação



As animações possíveis de se fazer são de movimentação do robô pelos eixos X e Y, e de troca da imagem do robô (virado para a esquerda, para a direita, dando passos, equipado com propulsor de vôo, entre outros).

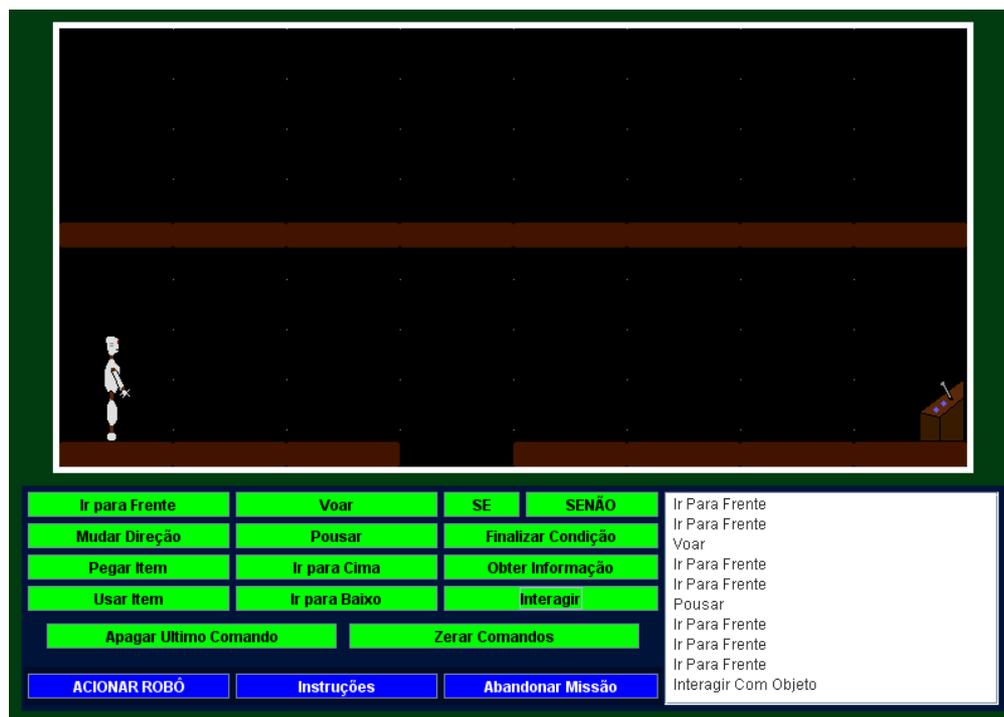
Após passar pela etapa de tutoriais-exercícios e de treinamento de programação o aluno entra na APIN como um agente e recebe diversas missões preventivas ou reativas em nome da segurança do planeta. Nessas missões o aluno faz uso dos conhecimentos adquiridos na Academia APIN, tendo que lidar com enigmas lógicos e problemas a serem resolvidos.

Dado o elevado risco pessoal que as atividades em campo representam, a APIN fornece um robô para cada agente, que deve ser controlado remotamente por meio de um painel no qual são inseridos comandos em bloco. Após a inserção dos comandos, eles são enviados ao robô que executa as ações correspondentes.

Nas missões o aluno interpreta os enigmas lógicos que podem estar presentes nos anúncios das missões e/ou no cenário e pensa em como usar as funções disponíveis do robô para resolvê-los. O anúncio da missão aparece no cenário quando a mesma é iniciada, logo após solicitação do agente. A solicitação é feita por meio do acionamento de um botão específico para esta finalidade.

Após receber a missão, o agente decide que ações o robô precisa realizar para levá-la a cabo. Ele escolhe as ações na botoeira do robô, na ordem em que elas devem ser executadas. No cenário apresentado na Figura 12, o agente já fez as escolhas necessárias para cumprir uma missão que solicita o acionamento de uma máquina, estando estas ações registradas no painel do robô. Para fazer o robô se movimentar segundo a coleção de ordens registradas, o agente pressiona o botão “Acionar Robô”.

Figura 12 - Exemplo de uma Missão



O cenário das missões constitui-se da seguinte maneira:

- **Dois Níveis horizontais**, cada um representando um “pisso” no ambiente, o piso superior e o piso inferior. A divisão dos níveis pode ser observada pelo chão que parece estar suspenso no ar, ou uma linha pontilhada branca horizontal nos espaços em que não há chão.
- **Oito Setores verticais**, cada um representando um determinado espaço. É possível visualizar a divisão dos setores pelos pontilhados brancos verticais.

- **Itens**, que tem informações gravadas e podem ser coletados e inseridos em dispositivos. Os itens existentes são Ferramentas e Discos de Dados.
- **Dispositivos**, que tem informações gravadas e podem receber itens e ser acionados. Os dispositivos existentes são Botões, Alavancas e Computadores.
- **Um Robô**, que possui comandos que podem ser ativados para interagir com o ambiente, e pode carregar uma informação coletada de algum item ou dispositivo.

Para interagir com o cenário do ambiente a fim de completar as missões, é possível utilizar os seguintes comandos:

- **Ir Para Frente**: desloca o robô em um setor à frente, considerando a direção em que o robô está “olhando”. Há duas situações diferentes em que este comando pode ser ativado: Quando o robô está em terra, ou quando está voando. Em terra, este comando fará o robô andar. Quando estiver voando, o robô se deslocará à frente enquanto voa. Este comando não pode ser utilizado quando o robô está nos setores laterais da tela, ou seja, setor 1 e setor 8, caso esteja virado para a lateral correspondente. Também não pode ser utilizado se o robô estiver em terra, e à sua frente não existir chão para andar. Neste caso, deve-se fazer o robô voar, e então ir para frente para sobrevoar o buraco. Caso à frente exista algum item ou dispositivo, o robô poderá se deslocar normalmente.
- **Mudar Direção**: muda o lado para o qual o robô está virado.
- **Voar**: faz o robô acionar os propulsores e ficar levitando no ar. Não pode ser ativado se o robô já estiver voando.
- **Pousar**: faz o robô pousar em terra e desativar os propulsores. É necessário que o robô esteja voando, e que no nível e setor em que o robô está haja um chão para pousar.
- **Ir Para Cima**: faz o robô acelerar os propulsores para ir ao nível superior. É necessário que o robô esteja voando, e que não haja chão acima do robô no setor.
- **Ir Para Baixo**: faz o robô desacelerar os propulsores para ir ao nível inferior. É necessário que o robô esteja voando, e que não haja chão abaixo do robô no setor.
- **Obter Informação**: faz o robô obter informação de um item ou dispositivo que estiver à sua frente no mesmo nível e setor. Este comando não pode ser utilizado se não existir nada à frente do robô.
- **Pegar Item**: faz o robô pegar um item que estiver à sua frente no mesmo nível e setor. O item permanecerá dentro do robô, e apenas um item por vez pode ser

carregado. Caso um item seja pego quando o robô estiver com outro item, o anterior será destruído. Este comando não pode ser utilizado se não existir um item à frente do robô.

- **Usar Item:** faz o robô usar em um dispositivo o item que estiver carregando. O dispositivo deve estar no mesmo nível e setor que o robô, e este deve estar virado para o lado do dispositivo. Este comando não pode ser utilizado se o robô não estiver com um item ou se não existir um dispositivo à frente do robô.
- **Interagir:** faz o robô interagir com um dispositivo para acioná-lo. O dispositivo deve estar no mesmo nível e setor que o robô, e este deve estar virado para o lado do dispositivo. Alguns dispositivos, para serem acionados, requerem algum item específico ou que outro dispositivo esteja acionado.
- **SE / Senão / Finalizar Condição:** o Comando Condicional executa determinados comandos caso a informação que o robô estiver carregando seja igual a uma determinada informação definida pelo usuário. Se a informação for diferente, os comandos do Senão serão executados, ou o comando Se será ignorado, caso não seja inserido o Senão. É possível adicionar comandos condicionais dentro de outro condicional.

No desenvolvimento do protótipo da ferramenta APIN, foi idealizado, também, o comando Repita, para repetir alguma ação do robô um determinado número de vezes, mas visto que no escopo das missões sua única utilidade era mover o robô para frente repetidas vezes (em um máximo de sete), sendo inútil para todas as outras ações, o comando Repita não foi implementado.

Quando o aluno ativa os comandos agrupados, a interação do robô com o ambiente é iniciada. Se durante esta interação o robô tentar fazer uma ação que é impossível de se realizar, como por exemplo, andar onde não tem chão ou tentar pegar um item onde não exista um, uma mensagem de erro será apresentada, informando a ação e por que razão ela não pode ser realizada. Caso o robô chegue até o ultimo comando, será verificado se o dispositivo principal da missão, que é o objetivo final, foi ou não ativado. Se tiver sido ativado, uma mensagem de congratulações é exibida, caso contrário, é informado que a missão não pôde ser concluída em razão do objetivo principal não ter sido alcançado.

Com alguma frequência, a APIN realiza operações de treinamento de inteligência entre as várias filiais espalhadas pelo universo, que são uma adaptação do módulo de missões para competições, em que será vitorioso o agente que finalizar as missões e conseguir a maior pontuação. Também podem ser comparados os resultados entre as filiais APIN para verificar

qual delas tem os agentes mais promissores. É um módulo que objetiva a realização de olimpíadas de lógica entre alunos e escolas. Cada escola/sala é tida como uma filial APIN e os agentes como seus alunos. A organização de Olimpíadas no momento é inteiramente manual e apenas o administrador da ferramenta é que pode de fato realizá-la. Os detalhes desta restrição, juntamente com a sugestão das melhorias necessárias para suplantá-la estão apresentados nas Considerações Finais (Seção 5).

Como fechamento da presente subseção, ressalta-se que a principal diferença entre a ferramenta APIN e outras de natureza semelhante, como Alice e Scratch, é que na APIN está presente a ideia de solução de problemas, traçando objetivos específicos para os alunos, fornecendo-lhes um sentido prático para os algoritmos. Na subseção que segue apresenta-se um módulo de expansão que foi adicionado ao sistema APIN, chamado de APIN+.

3.2 APIN+: UM FRAMEWORK PARA CRIAÇÃO DE MISSÕES APIN

Motivado pelos testes da ferramenta realizados por alunos do Ensino Médio e também para tornar a ferramenta APIN mais interessante e fornecer possibilidades extras no que tange ao auxílio no desenvolvimento de uma base lógico-matemática adequada a alunos do Ensino Médio, principalmente àqueles que são candidatos a cursar computação no ensino superior, foi desenvolvido um módulo de extensão denominado APIN+.

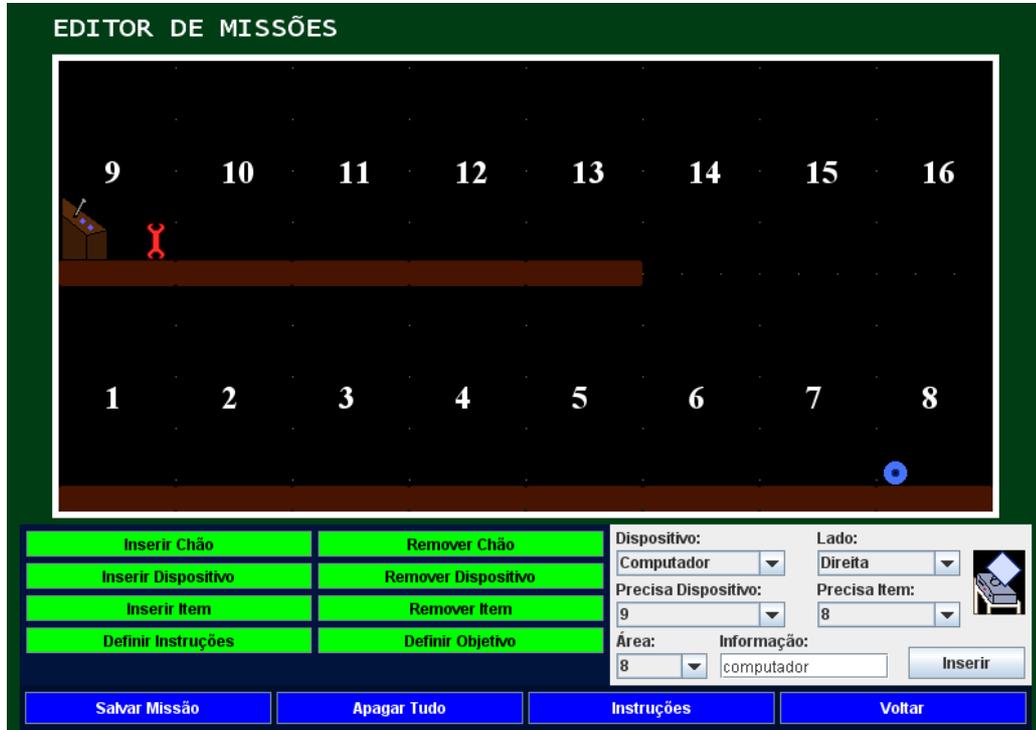
A APIN+ é um framework em ambiente web para criação de missões APIN em alto nível, sem a necessidade de programação por códigos, o que torna a construção de missões possível de ser realizada pelos professores e alunos sem habilidades com a programação de computadores. O framework possui integrado um interpretador de arquivos de missões, para que os usuários possam abri-las e tentar solucioná-las.

A ideia deste framework surgiu inicialmente em razão da impossibilidade de professores criarem missões para seus alunos, visto que para isto teriam que ter acesso ao código fonte do sistema, bem como conhecer a fundo a linguagem de programação em que este foi programado. Em seguida a ideia foi expandida para a possibilidade de enriquecer o processo de desenvolvimento da base lógico-matemática dos estudantes com o incentivo de desafios entre alunos, em que os próprios construiriam as missões.

A APIN+ é dividida em dois módulos: um editor de missões e um interpretador de missões. O editor conta com um tutorial explicando passo a passo como construir as missões e um sistema de análise para verificar se a missão criada é válida. A Figura 13 mostra a

interface do editor. Para adicionar os elementos do cenário e setar os seus atributos o usuário apenas clica nos botões correspondentes.

Figura 13 - Interface do Editor de Missões



Supondo que o usuário queira criar uma missão exigindo o acionamento de um computador, e que este só possa ser ativado se tiver sido inserido o CD de dados correto, o procedimento para criar uma missão com este objetivo seria: Clicar em “Inserir Chão” e indicar quais as áreas que terão chão; clicar em “Inserir Item” e indicar quais, quantos e em que áreas os CDs estarão, bem como uma informação para cada item; clicar em “Inserir Dispositivo” e selecionar o computador, o local onde ele estará e a área do item que é necessário a ele; clicar em “Definir Objetivo” e selecionar a área do computador; clicar em “Definir Instruções” e escrever a premissa da missão, seu objetivo e os enigmas lógicos que ajudarão a concluí-la; clicar em “Salvar Missão” e escolher o local adequado para salvar o arquivo.

O módulo interpretador de missões tem basicamente a mesma aparência que a tela de execução das missões normais da APIN, com a adição de duas opções: Carregar comandos e Salvar comandos. Estas opções são importantes porque permitem que os alunos salvem os comandos que resolvem a missão e enviem ao professor ou ao aluno que o desafiou, para que estes averiguem se a missão foi realmente concluída e se os comandos estão bem organizados.

Para facilitar a distribuição de missões foi criado um repositório online para disponibilizar desafios criados pela equipe de desenvolvimento da APIN, por professores e por alunos. Na versão atual da ferramenta o armazenamento é feito em modo semi-automático, sendo necessário que o aluno ou professor que queira disponibilizar suas missões no repositório as envie à equipe responsável pelo gerenciamento da ferramenta para que seja feita uma análise de cada missão, evitando assim que sejam armazenados desafios sem solução.

A próxima subseção apresenta o sistema de pontuação da ferramenta APIN nos módulos da academia, das missões e dos treinamentos.

3.3 SISTEMA DE PONTUAÇÃO

A APIN mantém um sistema de pontuação interna, que é um medidor do desempenho do agente em suas atividades na Academia, na Agência e nos Treinamentos. As pontuações são armazenadas em um servidor web e são exibidas no site da ferramenta.

Para as atividades na Academia APIN não há pontuação específica, sendo realizada uma mera contagem de erros nos exercícios e definição de aproveitamento satisfatório ou insatisfatório. Já para medir o desempenho do agente em suas missões na agência, a pontuação é calculada associando-se a quantidade de missões concluídas, o número de abandonos de missões e de falhas, o tempo total gasto em missões e a quantidade de combustível do robô gasto nas missões. O módulo das Operações de Treinamento de Inteligência possui o mesmo critério de pontuação das missões na agência. Segue em detalhes o esquema de pontuação para as missões e operações de treinamento, convencionando-se que em caso de conflito de regras em cada item, é válida a primeira:

- Pontos quanto ao abandono de missões: Se não tiver abandonado nenhuma missão: 25 pontos; Se abandonou menos que a metade da quantidade de missões concluídas: 15 pontos; Demais casos: 5 pontos.
- Quanto a missões falhas: Se falhou menos que a metade da quantidade de missões concluídas: 25 pontos; Se falhou menos que a quantidade de missões concluídas: 15 pontos; Demais casos: 5 pontos.
- Quanto ao tempo gasto em missões: Se gastou em média menos de 2 minutos por missão concluída: 25 pontos; Se gastou em média menos de 5 minutos por missão concluída: 15 pontos; Demais casos: 5 pontos.

- Quanto ao combustível gasto em missões: Em média menos de 15 unidades de combustível por missão concluída: 25 pontos; Em média menos de 30 unidades de combustível por missão concluída: 15 pontos; Demais casos: 5 pontos.

Cabe observar que as missões não são pontuadas individualmente, sendo apenas disponibilizada a pontuação geral que considera todas as missões disponíveis.

A pontuação geral é calculada pela soma dos pontos referentes a abandonos, falhas, tempo e combustível multiplicada pela quantidade de missões concluídas e normalizada para a escala de zero a 100.

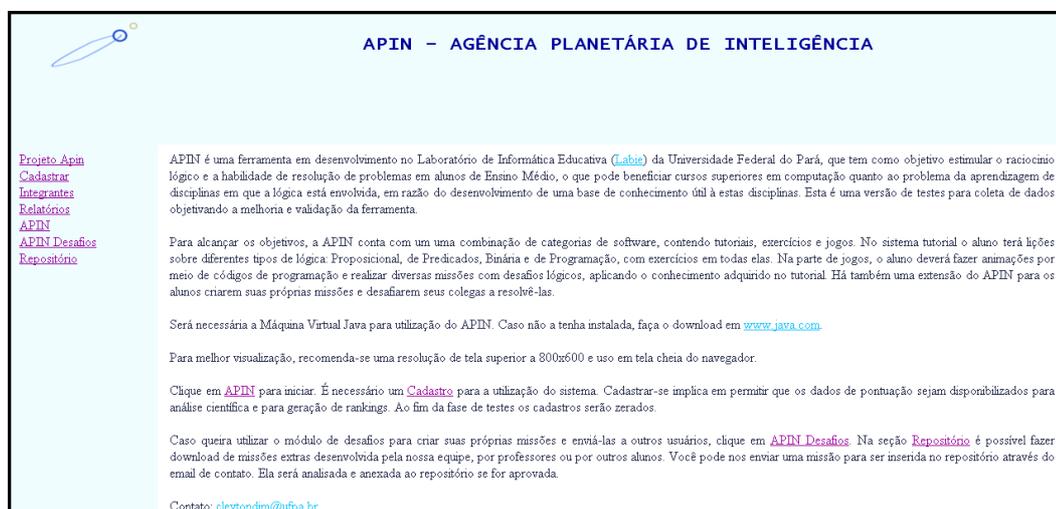
Esta pontuação pode servir como apoio para o professor realizar avaliações de desempenho do aluno, ou para definir vencedores em olimpíadas de lógica. Em particular, no caso de olimpíadas, se necessário é seguido o seguinte critério de desempate, em ordem de prioridade: Maior quantidade de missões concluídas; Menor quantidade de abandono de missões; Menor quantidade de falhas em missões; Menor tempo gasto em missões; Menor quantidade de combustível utilizado nas missões.

Na próxima subseção é apresentado o site da ferramenta APIN, designado para a realização de cadastros, visualização de relatórios e acesso a missões do repositório.

3.4 SITE DA FERRAMENTA

Atualmente, a visualização de usuários e suas pontuações nas missões e olimpíadas não é realizada na ferramenta, mas externamente à ela, por meio de um site que acessa o banco de dados de pontuações: apin.ufpa.br. É através deste site que um usuário pode se cadastrar para utilizar a ferramenta. A Figura 14 apresenta a tela de abertura de apin.ufpa.br.

Figura 14 - Tela inicial do site apin.ufpa.br



No lado esquerdo da tela estão presentes as sete seções que permitem a interação do usuário com o sistema:

- **Projeto Apin:** é a página inicial, descrevendo brevemente a ferramenta.
- **Cadastrar:** seção para cadastro dos usuários, onde informam o nome e a senha, bem como preenchem um pequeno formulário (Apêndice I) para análise futura.
- **Integrantes:** lista todos os usuários cadastrados para utilizar a ferramenta.
- **Relatórios:** link para o módulo responsável por exibir as pontuações dos alunos. Conforme se observa na Figura 15 há três tipos de relatórios – dados da Academia, das Missões e das Olimpíadas.

Figura 15 - Módulo de Relatórios do site



- **APIN:** inicia a ferramenta APIN no *browser*.
- **APIN Desafios:** inicia o módulo APIN+ no *browser*.
- **Repositório:** espaço onde são armazenadas missões extras e missões criadas por alunos ou professores. Aqui o aluno faz um *download* dos arquivos das missões desejadas, abrindo-os com o APIN+. A Figura 16 ilustra o esquema do repositório.

Figura 16 - Modelo do Repositório



Na versão atual o sistema apresenta as pontuações de uma maneira geral, com média dos pontos de todos os usuários, não sendo possível a visualização detalhada das pontuações de cada aluno. Como sugestão de trabalhos futuros considera-se a possibilidade de expandir o sistema de exibição das pontuações, a ser incluído dentro da própria ferramenta, especialmente para que sejam mostradas as pontuações de cada missão individualmente.

Na subseção que segue, são discutidos os aspectos pedagógicos da ferramenta APIN.

3.5 ASPECTOS PEDAGÓGICOS

A ferramenta APIN foi desenvolvida considerando que há uma razão de existência para cada um de seus itens, havendo uma relação de conhecimento anterior com novo conhecimento, uma relação entre uma ferramenta com sua utilidade.

Começando com a etapa da Academia APIN, o aluno adquire conhecimentos que fornecem uma base importante, tanto para as outras etapas da ferramenta, quanto para uma boa aprendizagem futura.

O primeiro módulo da academia é o de lógica proposicional. A lógica das proposições é muito importante, na medida em que fornece mecanismos para o sujeito compreender o mundo ao seu redor e pensar por si só. Através dela é possível inferir se determinada afirmação é verdadeira ou falsa, ao se analisar os argumentos que estão relacionados a ela. E isso é útil não apenas para a computação, mas também para o sujeito como um ser pensante e atuante em sua sociedade.

Pensando-se na ferramenta APIN, foram trabalhados os itens mais relevantes da lógica proposicional, e todos eles são de ampla utilização na etapa de Missões da APIN. Seguem alguns exemplos de aplicabilidade das lições da lógica proposicional no jogo:

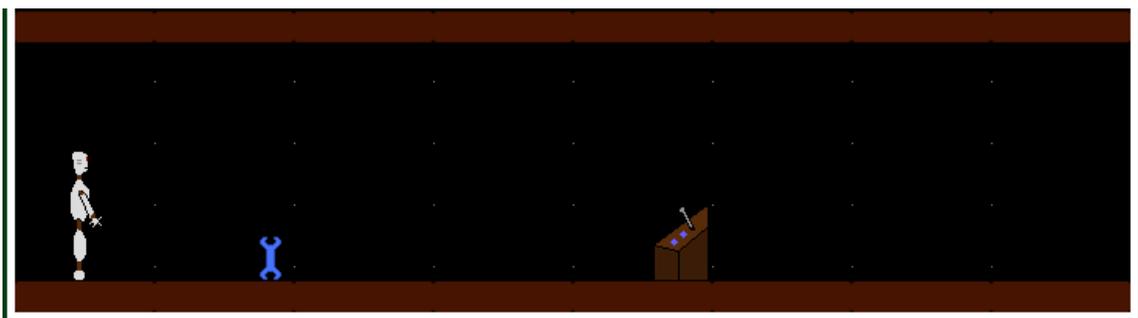
- Proposições: são utilizadas no enunciado de cada missão, fazendo parte dos enigmas a serem decifrados pelos alunos. A título de exemplo, suponha-se que uma missão solicite ao aluno que impeça um reator nuclear danificado de explodir. No ambiente haveria um computador, e nas informações da missão estaria escrito: “O computador desliga o reator nuclear”. Assim, o aluno interpreta as proposições que são apresentadas e decide o que fazer baseado nelas. A Figura 17 apresenta um possível ambiente para esta missão.

Figura 17 - Ambiente de uma missão que utiliza proposições nos enigmas



- Valores Lógicos: utilizados tanto no enunciado quanto na interação com o cenário do jogo. Seja uma missão que solicite ao aluno que abra as comportas de uma represa para evitar que esta transborde. Seriam encontrados no ambiente uma alavanca e uma ferramenta e como enigma para o aluno teríamos: “Se a alavanca não estiver danificada, então ela abre as comportas da represa”, “A alavanca está danificada” e “A ferramenta conserta a alavanca”. O aluno interpretaria estas três proposições, e perceberia que não é possível abrir as comportas se a alavanca estiver danificada. Então o aluno organiza os comandos de modo a utilizar a ferramenta para consertar a alavanca, o que alteraria o valor lógico da proposição “A alavanca está danificada”, permitindo que ela possa ser ativada e enfim abrir as comportas da represa. A Figura 18 exemplifica este modelo de missão.

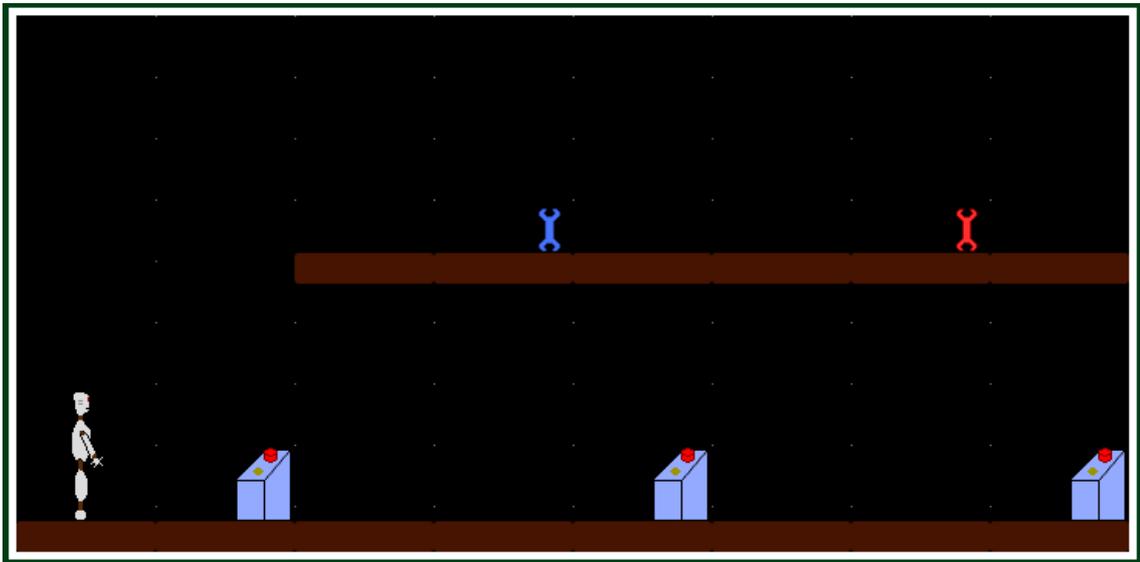
Figura 18 - Exemplificação de uma missão que utiliza conceitos de valoração lógica



- Proposições Compostas: uma vez que proposições simples são insuficientes para a organização de desafios complexos e que exijam uma boa habilidade de raciocínio por parte dos alunos, faz-se uso também das proposições compostas, que agrupam proposições simples através de conectivos lógicos como a conjunção, a disjunção e os condicionais. Seja, por exemplo, uma missão que solicite ao aluno que faça a implosão de um prédio de maneira segura. O seu ambiente, mostrado na Figura 19, é composto por três painéis de botões, uma ferramenta azul e uma ferramenta

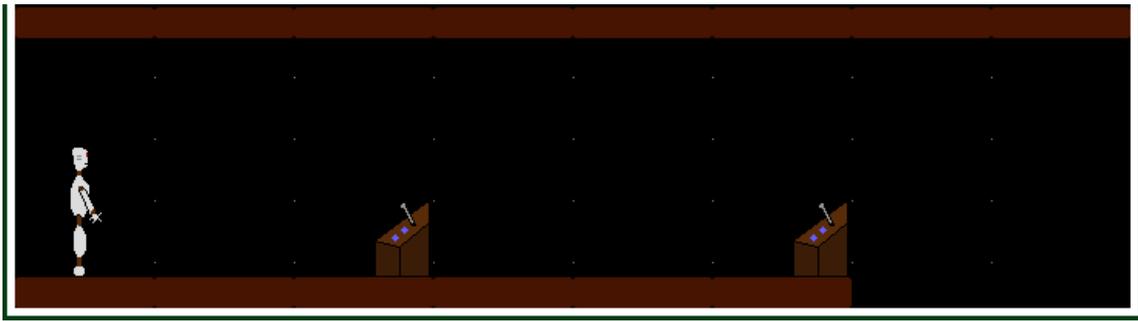
vermelha. As informações da missão seriam: “O botão1 explode a parte superior do prédio”, “O botão2 explode a parte central do prédio”, “O botão3 explode a parte inferior do prédio”, “O botão3 só é acionável SE o botão1 E o botão2 tiverem sido acionados”, “O botão2 só é acionável SE estiver funcionando E o botão1 tiver sido acionado”, “O botão2 NÃO está funcionando”, “A ferramenta vermelha conserta o botão2” e “O prédio é implodido de maneira segura SE e SOMENTE SE a parte inferior do prédio for a ultima explodida”.

Figura 19 - Missão que utiliza conceitos de proposições compostas



- Letras Representando Proposições: pensando-se em preparar os alunos para os conceitos de variáveis, algo que é muito utilizado na computação, trabalhou-se a representação de proposições com letras. No jogo elas podem aparecer nos enigmas das missões representando os objetos do ambiente, ou um fato referente a eles. Por exemplo: A missão solicita que o aluno ative um sistema de defesa contra um asteróide que pode se chocar com a terra. Existiriam duas alavancas, e nas instruções constaria: “A = Alavanca com a informação |escudos| ativada”, “B = Alavanca com a informação |coleta_lixo| ativada”, “C = Sistema de defesa ativado” e “SE A ENTÃO C”. A Figura 20 ilustra esta missão.

Figura 20 - Ilustração de missão que trabalha a representação de proposições por letras



- Prova de Argumentos: embora não estejam explicitamente no sistema das missões, as técnicas de prova de argumentos são de importante aprendizagem por fornecerem meios para os alunos validarem suas inferências quando estão interpretando os enigmas das missões, bem como são conceitos valiosos para uma base lógico-matemática sólida.

O segundo módulo da academia é o de lógica de predicados. A lógica de predicados é importante porque completa a lógica proposicional, estendendo o raciocínio a um patamar que as proposições não alcançam. Sejam, por exemplo, as proposições: “Paulo é um ser humano”, “Todo ser humano tem cabeça”, “Logo, Paulo tem cabeça”. Na lógica proposicional não há como provar que Paulo tem cabeça por ser humano, pois “Paulo é um ser humano” e “Todo ser humano tem cabeça” são sentenças diferentes, e seriam representadas por letras diferentes e não associáveis, embora pela linguagem natural esteja óbvia a relação e validade. Surge então a lógica de predicados, que é usada para relacionar e validar argumentos deste tipo.

Os principais conceitos pertinentes à lógica de predicados são referentes a objetos, predicados, quantificadores universais e quantificadores existenciais. Segue uma descrição da relação destes itens com o sistema de missões:

- Objetos e Predicados: na lógica de predicados as expressões são organizadas de forma diferente da lógica proposicional, onde uma proposição era uma ideia geral e indivisível. Na lógica de predicados divide-se um determinado fato em partes: Objetos e Predicados. Nesse sentido, é possível diversificar os desafios lógicos apresentados aos alunos, definindo relações entre itens e dispositivos. Considere-se como exemplo uma missão onde é solicitado ao aluno que pare o vazamento de óleo em uma plataforma de petróleo, tendo o ambiente desta missão um computador, um disco de dados verde e um disco de dados vermelho. Um possível enigma lógico para esta missão poderia ser: “O Computador ativa a válvula que

bloqueia a passagem de óleo”, “O computador precisa de um cd-rom”, “Discos verdes são cd-roms” e “Discos vermelhos são dvd-roms”.

- Quantificadores Universais: além de ser um conceito importante para um indivíduo que deseja cursar computação, aumentam o leque de possibilidades para a criação de desafios lógicos, incrementando o nível de mistério das missões. Por exemplo: A missão solicita que o aluno religue um sistema de transmissão de eletricidade de uma central elétrica que sofreu black-out devido a fatores climáticos. Haveria três ferramentas e três painéis de botão no ambiente, que teria como instruções: “Todos os painéis de botão estão danificados”, “Para todo painel de botão, há uma ferramenta ao seu lado que o conserta”, “Os painéis devem ser ativados na ordem em que estão dispostos”.
- Quantificadores Existenciais: da mesma forma que os quantificadores universais, os existenciais tem na ferramenta APIN a função de fornecer conceitos úteis à cursos superiores de computação, e enriquecer os enigmas lógicos. Como missão de exemplo, pode-se considerar que a estação espacial internacional pode ser atingida por um satélite que saiu de sua rota correta e o aluno deve impedir a colisão corrigindo a rota deste satélite. Há no ambiente três discos de dados e um computador, e as instruções poderiam ser: “Existe um disco de dados necessário ao funcionamento do computador”, “Todo disco tem um identificador”, “O disco de dados para modificar a rota do satélite identifica-se por |rota|”, “O computador controla o satélite”.

O terceiro módulo da academia chama-se lógica binária. Trata-se da lógica proposicional em uma abordagem mais computacional, sem utilizar proposições, reforçando os conceitos de variáveis. É um módulo de transição entre raciocínio e algoritmo, para que o aluno não sofra um impacto muito forte ao conhecer a lógica de programação na própria APIN, tal como ocorre com vários acadêmicos em cursos superiores de computação.

As lições, que compreendem variáveis, operadores lógicos, expressões binárias e tabela verdade, não são explicitamente ligadas às Missões APIN, mas existem, com exceção da lição sobre tabela verdade, como material introdutório para o aluno lidar com o próximo módulo, da lógica de programação. A lição sobre tabela verdade, não sendo relacionada à algoritmos nem sendo utilizada no jogo, foi apresentada aqui por ser um componente importante da lógica, que poderá ajudar na aprendizagem dos alunos na ocasião de se tornarem acadêmicos de computação.

O quarto módulo é o de lógica de programação. É aqui onde os alunos adquirem os conceitos de algoritmos para desenvolvimento de programas, sendo estes os conceitos mais importantes para o cumprimento do objetivo de minimizar os problemas de aprendizagem de algoritmos nas graduações em computação. Além disso, para conseguir completar as missões da APIN, o aluno deve organizar algorítmicamente os comandos do robô, sendo este módulo essencial na preparação para as missões, pois todas as missões requerem os conhecimentos da lógica de programação.

As lições da lógica de programação na APIN compreendem: variáveis, atribuição de valores à variáveis, condicionais, conectivos lógicos e laços de repetição. As variáveis aqui trabalhadas não são apenas binárias, como nas lógicas previamente vistas, mostrando a partir de agora a possibilidade de atribuição de números e textos. Os condicionais passam a possibilitar a comparação do conteúdo destas variáveis com um determinado dado ou com outra variável, ao invés de apenas verificar se uma determinada variável (ou proposição) é verdadeira. Como há uma mudança considerável na forma como o aluno vê estes conceitos, a APIN disponibiliza um quinto módulo na academia, com o argumento de ser um espaço especial para treinamento e preparação do aluno para a utilização do robô nas missões. Neste treinamento, o aluno põe em prática todos estes conceitos da lógica de programação construindo algoritmos para criar animações com o robô.

Concluindo a Academia APIN o aluno se torna um agente, estando apto a receber as missões da APIN. Estas missões são o núcleo da ferramenta, sendo a etapa anterior uma preparação necessária a esta.

As missões têm um grande valor pedagógico porque com elas, o aluno reforça os conhecimentos adquiridos nos tutoriais de lógica, atribui um sentido e utilidade imediata para os conceitos de lógica, aprende a organizar ideias em forma de algoritmo e se diverte enquanto aprende.

O reforço dos conhecimentos adquiridos previamente com a ferramenta acontece porque as missões possuem desafios lógicos que necessitam ser analisados com a lógica para serem resolvidos. Com isto, o aluno pode perceber a utilidade daquilo que estudou, questionamento muitas vezes feito pelos alunos quando não conseguem atribuir um sentido e utilidade de seus objetos de estudos. A organização das ideias em forma de algoritmo se dá pelo fato de que o aluno precisa pensar nas ações do robô passo a passo, e assim organizá-las. Por fim, a ludicidade da ferramenta pode permitir que o aluno se divirta enquanto aprende, pois trata-se de um jogo educativo.

Estendendo a ludicidade da APIN, existe o módulo Operações de Treinamento de Inteligência, que permite que sejam realizadas olimpíadas de lógica com os alunos. Com a ênfase da competição os alunos podem ser estimulados a querer aprender mais, pensar melhor nos enigmas e tentar montar um algoritmo que resolva o problema da melhor forma possível, reduzindo erros e ações desnecessárias.

A APIN+ também pode incrementar as possibilidades lúdicas, já que permite que o aluno crie as próprias missões e desafie seus colegas. Mas a maior contribuição pedagógica da APIN+ é servir de ferramenta para que o professor crie as missões seguindo seus próprios critérios didáticos ou as diretrizes de determinada instituição de ensino.

A próxima subseção apresenta os aspectos técnicos da ferramenta APIN enquanto objeto computacional.

3.6 ASPECTOS TÉCNICOS

Esta seção é dedicada a apresentar o processo de desenvolvimento da ferramenta APIN, as tecnologias envolvidas e os seus algoritmos mais importantes.

De modo a democratizar o acesso ao aplicativo resultante da pesquisa apresentada nesta dissertação, a ferramenta foi concebida para ser implementada em uma linguagem de programação livre, gerando um software que:

- Funcione independentemente da plataforma do usuário, podendo ser utilizado em diferentes sistemas operacionais, e particularmente no linux, sistema operacional predominante nos laboratórios das escolas.
- Se comunique facilmente com servidores web, de modo que seja possível criar um sistema de login de usuário e gravação e recuperação de dados.
- Tenha processamento rápido, visto que o sistema é um jogo com animações gráficas.
- Seja executado pelo navegador de internet do usuário.

Considerando estes requisitos não funcionais, foi escolhida a linguagem Java para desenvolver tanto o software cliente como o servidor, com o cliente sendo desenvolvido em Applets para rodar pelo navegador do usuário. Para o site da ferramenta, optou-se por fazê-lo de forma simples com html e php, e para o banco de dados selecionou-se o mysql.

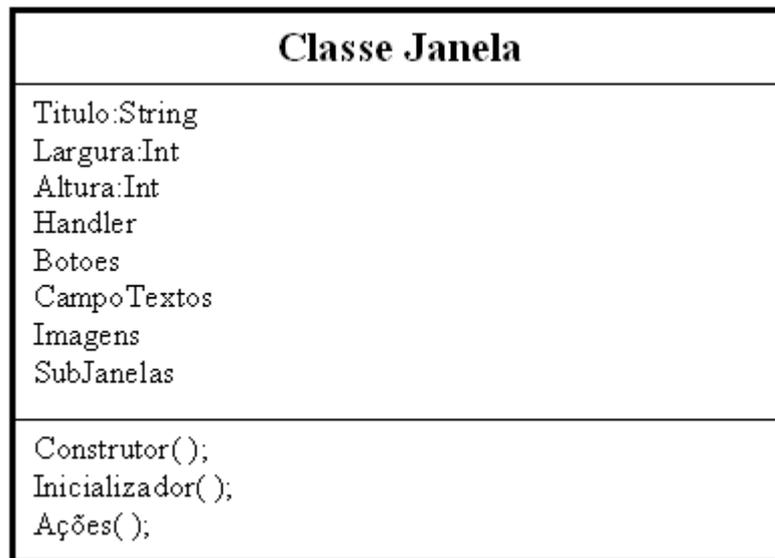
Foi definido arbitrariamente que o ambiente de desenvolvimento do software seria o Eclipse IDE sendo escolhidas também as ferramentas GIMP e Inkscape para criar e editar as imagens que comporiam o software.

Sendo Java a linguagem escolhida para desenvolver o software do servidor, foi escolhido o sistema J-Boss para processar Servlets.

Uma vez definidas as tecnologias envolvidas no processo de desenvolvimento, foram criadas as classes e funções que compõe a ferramenta APIN, seguindo abaixo as principais:

- **Classes das janelas:** cada tela da ferramenta APIN tem uma classe que a modela com botões, textos e imagens. Todas elas herdam a classe JPanel do pacote Swing no Java. A Figura 21 apresenta um diagrama genérico destas classes.

Figura 21 - Classe genérica de janelas



- **Classes de animação:** há duas classes responsáveis por fazer animações. Uma no sistema de treinamento de programação e outra nas missões. Ambas, tal como as classes de janelas, herdam a classe JPanel, e sobreescrevem diversas funções que são responsáveis por exibir o conteúdo gráfico. Ambas implementam a interface Runnable para ser possível a utilização de Threads e modificar os gráficos da tela a cada determinado espaço de tempo. Os atributos dos gráficos são alterados pelas funções que interpretam os algoritmos criados pelos alunos.
- **Função para interpretação de algoritmo:** é a parte mais complexa do sistema, que analisa os algoritmos desenvolvidos pelo usuário para fazer animações no treinamento de programação e para completar as missões, havendo na verdade duas funções. Ambas são semelhantes e utilizam a recursividade para facilitar o fluxo do código, diferenciando-se apenas nos comandos que devem ser considerados, e na estrutura de repetição, que não está presente nas missões. A recursividade é importante pelo fato de existirem as estruturas condicionais e de

repetição. Considera-se um bloco de comandos todos os comandos existentes no algoritmo. Se o comando for um condicional ou um repetidor, os comandos que estão “dentro” destas estruturas, são considerados um novo bloco de comandos passível de ser processado pela mesma função. A Figura 22 e a Figura 23 apresentam o pseudocódigo das duas funções em questão.

Figura 22 - Pseudocódigo da função que interpreta algoritmos no módulo de treinamento

```

TREINAMENTO DE PROGRAMAÇÃO
Função comanda( algoritmo )
{
    Enquanto algoritmo.atual != “Fim” Faça
    {
        Se algoritmo.atual = “Se” Então
            Se algoritmo.atual.parametro = “Verdadeiro” Então
            {
                algoritmo.proximo();
                comanda( algoritmo );
            }
            Senão
            {
                algoritmo.procuraSenao();
                comanda( algoritmo );
            }
        Senão
            Se algoritmo.atual = “Repita” Então
            {
                contador ← algoritmo.atual.parametro;
                primeiro ← algoritmo.atual;
                Enquanto contador <= 0 Faça
                {
                    algoritmo.atual ← primeiro;
                    comanda( algoritmo );
                    contador ← contador-1;
                }
            }
            Senão
                execute(algoritmo.atual);
            algoritmo.proximo();
    }
}

```

Figura 23 - Pseudocódigo da função que interpreta algoritmos no módulo de missões

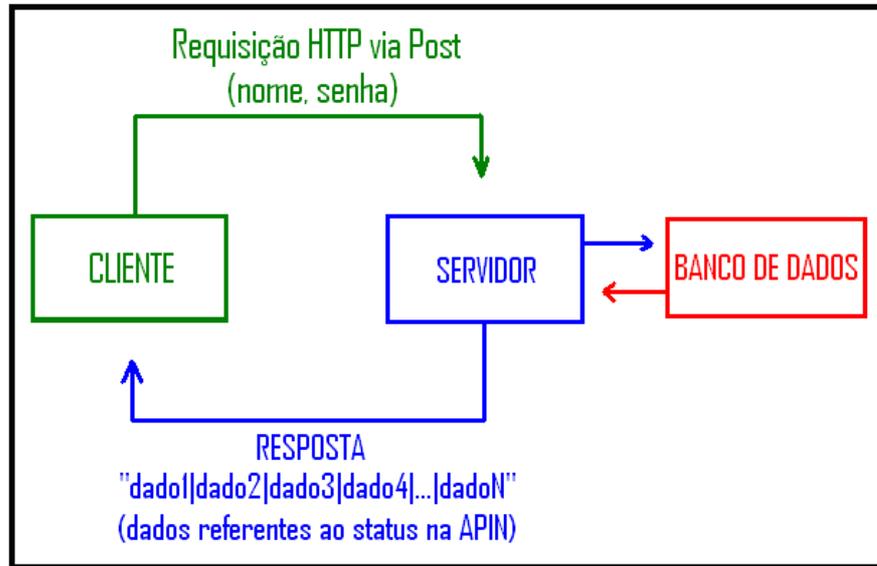
```

MISSÕES
Função comanda( algoritmo )
{
    Enquanto algoritmo.atual != "Fim" Faça
    {
        Se algoritmo.atual = "Se" Então
            Se algoritmo.atual.parametro = "Verdadeiro" Então
            {
                algoritmo.proximo();
                comanda( algoritmo );
            }
            Senão
            {
                algoritmo.procuraSenao();
                comanda( algoritmo );
            }
        Senão
            execute(algoritmo.atual);
            algoritmo.proximo();
    }
}

```

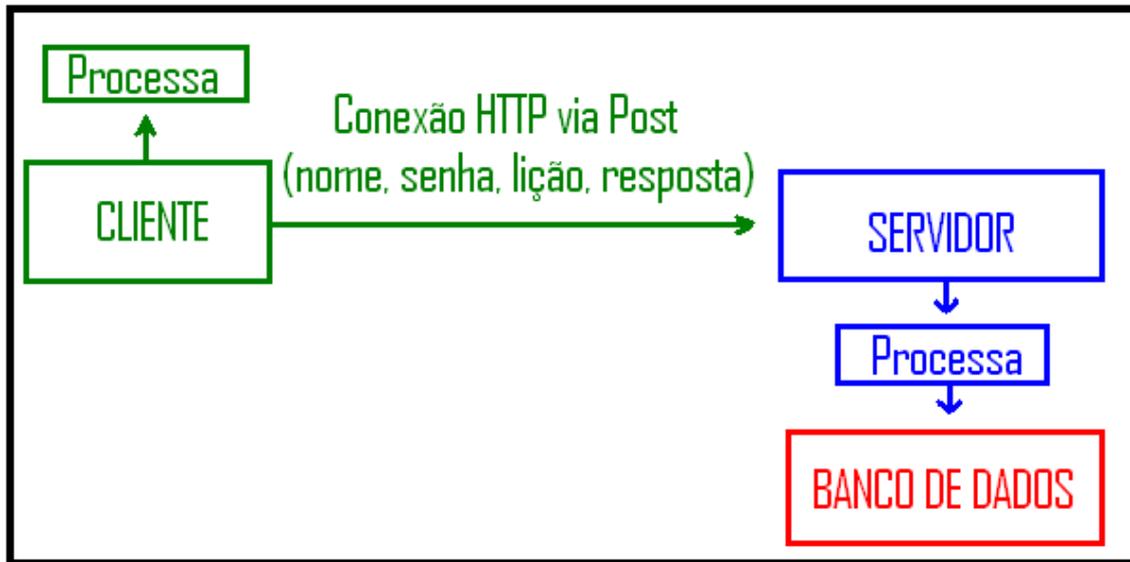
- **Classes para login no servidor:** há duas classes no sistema de login. Uma no software cliente que coleta o nome e a senha do usuário, e outra no software servidor que recebe estes dados e retorna os dados do aluno contendo o seu status no sistema (em qual lição está e quais missões foram completadas). A comunicação entre cliente-servidor é feita de forma simples através de uma conexão http com envio de parâmetros via Post. Há uma classe no software cliente que gerencia toda conexão feita com o servidor. O servidor por sua vez busca os dados requisitados no banco de dados, e retorna estes dados em formato de texto com caracteres “|” entre cada dado, havendo no software cliente uma classe que separa cada dado e os converte em informações com suas respectivas tipagens. A Figura 24 ilustra a comunicação entre cliente e servidor.

Figura 24 - Comunicação entre software cliente e software servidor na ferramenta APIN



- **Classe de missão:** classe responsável por modelar as missões do jogo. Cada missão possui dezesseis “setores”, e para cada um deles há variáveis que indicam se há um chão no local, se há um item e qual no caso de haver, se há um dispositivo e qual deles, as dependências e o status deste se houver. Há também uma variável que armazena a cor do chão no cenário da missão, uma variável para informar em qual setor está o dispositivo que é o “objetivo” da missão e outra que guarda as instruções e os enigmas lógicos da missão.
- **Classes para processamento de respostas na academia:** existem duas classes para processar as respostas dos usuários nos exercícios da academia. Uma para validar a resposta localmente no cliente e mostrar ao usuário se ele acertou ou errou, e outra para validar a resposta no servidor a fim de verificar se gravará a pontuação de acerto ou não no banco de dados. A classe cliente faz a validação primeiro e, independentemente de estar correta ou incorreta a resposta, ela é enviada para o servidor em um pacote que contém o nome do usuário, sua senha, o identificador da questão e a resposta do aluno, não havendo retorno do servidor neste caso. A ideia inicial era de verificar a resposta apenas no software cliente e enviar uma mensagem ao servidor informando o resultado da verificação, mas por questões de segurança o sistema foi implementado de forma que haja a dupla validação. A Figura 25 retrata este processo.

Figura 25 - Processamento das respostas nos exercícios da Academia APIN



- Classes para processamento de respostas das missões:** para validar os algoritmos desenvolvidos pelo aluno também são realizadas duas verificações, uma no cliente e outra no servidor, por questões de segurança. O esquema de comunicação com o servidor é basicamente o mesmo apresentado na Figura 25, com a diferença que o pacote de dados enviado para o servidor contém o nome, a senha e identificadores dos comandos contidos no algoritmo do aluno, na ordem em que foram inseridos. Estes identificadores estão agrupados em uma única string, separando cada comando com um caractere “[”]. Uma vez de posse deste pacote, o servidor relaciona cada identificador com seu respectivo comando, e faz a validação. A validação, tanto no cliente como no servidor, é realizada através de um algoritmo, que é basicamente o mesmo da Figura 23, com a diferença de que a cada execução de comando é verificado se o objetivo foi alcançado ou se houve tentativa de realizar uma ação impossível em um determinado estado do ambiente ou localização do robô. Caso os comandos cheguem ao fim, é feita uma nova verificação sobre o estado do objetivo da missão. Se o objetivo foi alcançado no decorrer do processo de verificação ou no final da mesma, o software cliente informa ao aluno que a missão foi concluída e o software servidor grava a missão no banco de dados como concluída. Caso haja ações impossíveis ou o objetivo não seja alcançado, é informado isso ao aluno, e no servidor é gravado um erro a mais para o aluno.

- **Função para análise da validade de missões criadas no APIN+:** o editor de missões na APIN+ instancia um objeto da classe de missão e altera seus atributos de acordo com as modificações que o aluno faz no ambiente em seu estado inicial (apenas o primeiro setor com chão, nenhum item, nenhum dispositivo, sem a definição do objetivo e sem as informações sobre a missão). Há uma função que analisa parcialmente a validade das missões criadas, verificando se há um objetivo especificado, se foram inseridas instruções e se é possível atingir o objetivo. O objetivo ser alcançável ou não está sujeito às dependências que o dispositivo final possa ter. Se este depender de outro dispositivo ou item e estes não existirem, não há como o dispositivo ser ativado e por consequência a missão não é válida. Nas considerações finais da dissertação são discutidas as dificuldades de implementação desta função e a necessidades de melhorias, propondo-as como trabalhos futuros.

O Apêndice II mostra o Diagrama de Classes da ferramenta APIN. Na próxima seção apresenta-se uma comparação entre a ferramenta APIN e outras ferramentas similares.

3.7 APIN X OUTRAS FERRAMENTAS

A Ferramenta APIN foi construída visando-se ampliar as possibilidades e recursos úteis ao desenvolvimento de uma base lógico-matemática em alunos do Ensino Médio. Estes recursos foram idealizados após observação prévia de outras ferramentas educativas, citadas na introdução desta dissertação, tendo-se verificado que uma ferramenta mais completa poderia oferecer aos estudantes melhorias importantes em relação ao objetivo previsto. Desta forma, ao se projetar a APIN, foram definidos como requisitos para a ferramenta:

- Material pedagógico sobre lógicas.
- Ludicidade.
- Abordagem do pensamento lógico.
- Abordagem do pensamento algorítmico.
- Simplicidade.
- Independência didática para o professor.
- Sentido prático dos conceitos para os alunos.

A implementação da APIN possui a maioria destas características, carecendo apenas de independência didática completa para o professor, que se limitaria a apenas solicitar uma determinada animação ao aluno, que deveria desenvolver um algoritmo como resposta. Este

aspecto foi totalmente incorporado à APIN+ com a possibilidade de professores criarem missões para os alunos. O Quadro 1 lista as ferramentas educativas previamente analisadas, assinalando as características que estas aparentam ter ou não.

Quadro 1 - Características das ferramentas analisadas

CARACTERÍSTICA	FERRAMENTA				
	Sistemas Logo	Alice	Scratch	JogosLogica	APIN/APIN+
Material Sobre Lógicas					atende
Ludicidade	atende	atende	atende	atende	atende
Abordagem Lógica				atende	atende
Abordagem Algorítmica	atende	atende	atende		atende
Simplicidade	atende		atende	atende	atende
Independência Didática	parcial	parcial	parcial		atende
Sentido Prático					atende

Na próxima seção são apresentados os resultados da aplicação da ferramenta APIN em duas escolas de Ensino Médio.

4 A APIN NO ENSINO MÉDIO

A fim de validar a pesquisa referente à ferramenta APIN, foi idealizada a realização de oficinas no ensino médio. Com o objetivo de aplicar a ferramenta APIN no Ensino Médio e coletar dados para esta validação, os seguintes passos foram seguidos:

- Escolha arbitrária de duas escolas de Ensino Médio para a realização de oficinas de lógica e raciocínio com a ferramenta APIN. As escolas escolhidas foram de estados dois estados diferentes, uma no Pará e outra no Mato Grosso.
- Montagem de um projeto para realização da oficina APIN nestas escolas, onde constava a justificativa para a realização da oficina, seu objetivo, a abrangência didática, os requisitos para o corpo discente, a quantidade vagas, os dias e os horários da oficina. Houve pequenas diferenças entre os projetos entregues a cada escola, de forma que se enquadrassem melhor nas necessidades e disponibilidade nas mesmas, em particular no caso da quantidade de vagas e nos dias e horários da oficina. Um dos requisitos para o corpo discente foi a necessidade dos alunos terem interesse em ingressar em um curso superior de computação no futuro, visto que a ferramenta visa atingir primordialmente este público alvo.
- Apresentação da versão final dos projetos à direção das escolas.
- Realização das Oficinas APIN, com uma explicação prévia aos alunos sobre o objetivo deste trabalho, informando-os dos problemas de aprendizagem que existem na computação, de como a ferramenta APIN tenta solucioná-los e da importância da participação deles através do fornecimento de dados que são gravados no sistema conforme utilizam a ferramenta e do preenchimento de um questionário ao final da oficina. As oficinas foram realizadas no mês de junho de 2011, seccionadas em três etapas: Teórica com a Academia APIN, Prática com as Missões APIN e Olimpíada com o módulo de Operações de Treinamento de Inteligência. O tempo programado para cada oficina foi de 12 horas em 3 dias, sendo 4 horas por dia.
- Coleta de dados por meio das pontuações dos alunos e de um questionário com perguntas objetivas entregue no final da oficina.
- Análise quantitativa dos dados coletados, com o objetivo de verificar se: os alunos compreenderam os conceitos transmitidos pela APIN; os alunos tiveram avanços em suas habilidades de raciocínio e solução de problemas; Algum módulo da

APIN apresenta um elevado grau de dificuldade no que se refere à aprendizagem; Os alunos consideram a ferramenta divertida e útil; A APIN cumpre com seu objetivo de ajudar a viabilizar o desenvolvimento de uma base lógico-matemática que favoreça a aprendizagem de computação.

Seguem nas próximas subseções os resultados obtidos em cada escola separadamente, sendo realizada em seguida uma análise geral destes resultados.

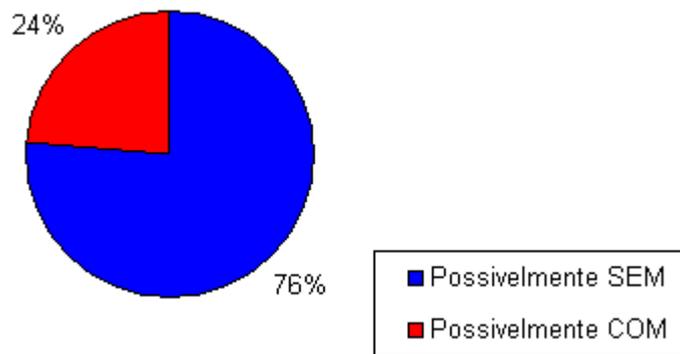
4.1 ESCOLA A

A primeira oficina APIN foi realizada na Escola A no Mato Grosso. Esta escola possui um ensino técnico de informática integrado, sendo uma boa fonte de possíveis interessados em ingressar em um curso superior de computação. Nela 26 alunos do ensino médio manifestaram interesse em participar da oficina, tendo comparecido 17 alunos na primeira etapa, caracterizando-se este como o primeiro espaço amostral da pesquisa.

A primeira etapa consistiu na utilização da Academia APIN, em que os alunos tiveram lições de lógicas em tutoriais e um breve treinamento de programação baseado na construção de animações. Cada lição tem um exercício anexado, e o aluno só avançava para a próxima lição se concluísse a atual. A quantidade de respostas erradas era registrada pelo sistema para análise futura.

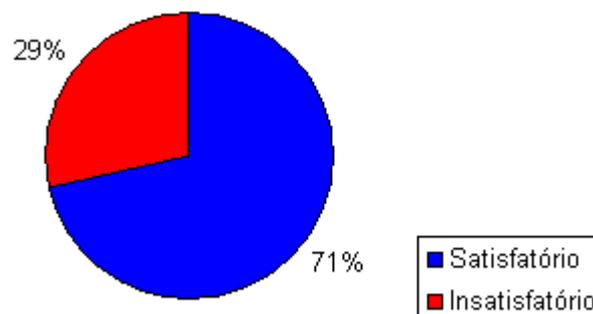
Para verificar se os alunos na Escola A realmente tentavam resolver os exercícios dos tutoriais ou se meramente recorriam à tentativa e erro, foi definida a seguinte métrica: se a média de erros fosse maior ou igual a um por exercício, era considerado que o aluno possivelmente recorreu à tentativa e erro, caso contrário, o aluno possivelmente tentou de fato resolver os exercícios. Diz-se possivelmente porque não há como ter a certeza de que errar muitos exercícios implica necessariamente em tentativa e erro, sendo isto uma mera estimativa. Como resultado, aproximadamente 76% dos alunos aparenta ter tentado de fato resolver os exercícios, contra 24% que possivelmente se valeram da tentativa e erro. A Figura 26 apresenta o gráfico com estes dados.

Figura 26 - Escola A - Tentativa e erro nos exercícios



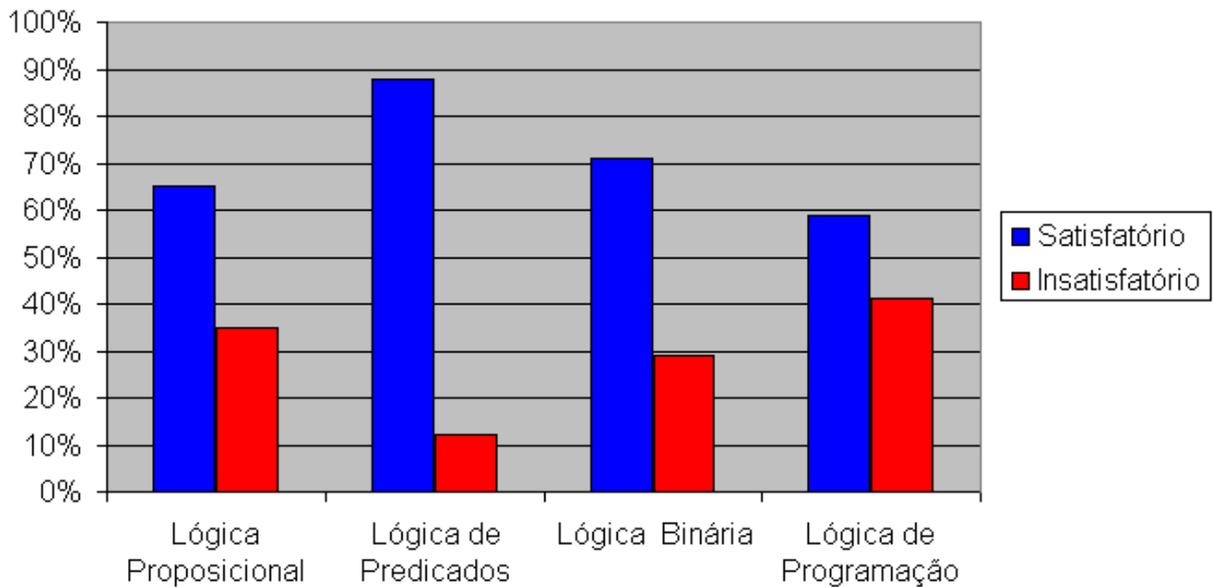
Analisando os dados obtidos mais a fundo para verificar como foi o desempenho dos alunos na resolução dos exercícios da academia, definindo 50% de respostas corretas, de um total de vinte e sete questões, como requisito para considerar que alcançaram um nível de desempenho satisfatório, observou-se que na Escola A 71% dos alunos conseguiram acertar a metade ou mais das questões, com os 29% dos alunos restantes não conseguindo. Cabe ressaltar que todos os alunos que se enquadraram no perfil dos que possivelmente praticaram a tentativa e erro, ficaram aquém da média traçada para desempenho satisfatório. A Figura 27 mostra em um gráfico a proporção de alunos com desempenho satisfatório e insatisfatório.

Figura 27 - Escola A - Desempenho dos alunos nos exercícios



Para melhor avaliar a ferramenta, analisou-se, também, o desempenho dos alunos em cada módulo tutorial da academia separadamente, uma vez que pode ocorrer uma alta taxa de acertos em um determinado módulo e uma baixa taxa de acertos em outro módulo. Os dados apontam que na lógica proposicional 65% dos alunos obtiveram desempenho satisfatório e 35% obtiveram desempenho insatisfatório. Na lógica de predicados 88% conseguiram desempenho satisfatório e 12% conseguiram desempenho insatisfatório. Na lógica binária esta proporção foi de 71% e 29% e na lógica de programação foi de 59% e 41% respectivamente. O gráfico da Figura 28 apresenta uma síntese destes dados.

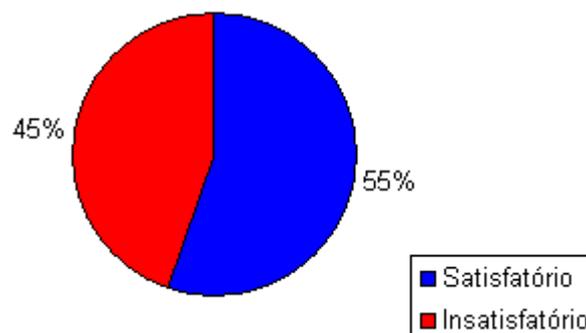
Figura 28 - Escola A - Desempenho dos alunos por módulo da academia



No segundo dia da oficina foi realizada a segunda etapa, que trata das Missões APIN, em que os alunos aplicaram os conhecimentos adquiridos na etapa anterior para resolver dez problemas em formato de jogo. Compareceram aqui 11 dos 17 alunos presentes na primeira etapa.

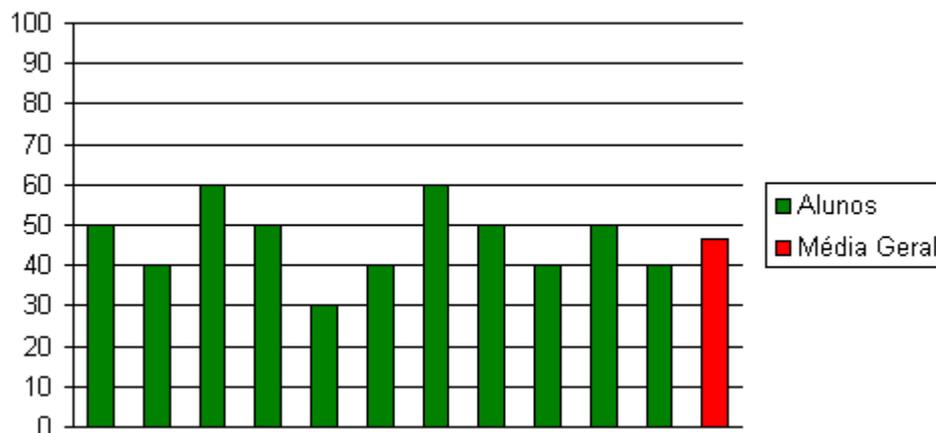
Foram registradas as pontuações dos alunos, sendo analisadas de acordo com a seguinte métrica: O desempenho é considerado satisfatório se conseguir 50 ou mais pontos, de um total de 100. Como resultado, aproximadamente 55% dos alunos conseguiram desempenho satisfatório e 45% obtiveram desempenho insatisfatório. O gráfico da Figura 29 apresenta esta proporção.

Figura 29 - Escola A – Desempenho dos alunos nas missões



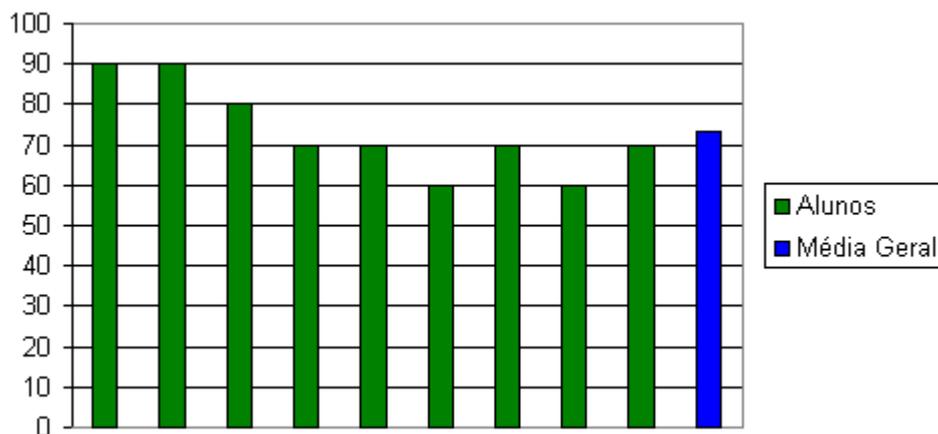
Em uma visão mais detalhada dos dados, é possível verificar as pontuações dos alunos individualmente, bem como a média geral destas pontuações, demonstrados no gráfico da Figura 30.

Figura 30 - Escola A – Pontuações individuais e média geral nas missões



O terceiro e último dia da oficina tratava da realização de uma Olimpíada APIN com os alunos, em que os mesmos faziam cinco novas missões e o que obtivesse a maior pontuação seria o vencedor. Compareceram 9 dos 11 alunos da etapa anterior. Foi definido o mesmo critério de avaliação de desempenho da segunda etapa, de acordo com o qual se verificou que 100% dos alunos obtiveram desempenho satisfatório. No gráfico da Figura 31 é possível visualizar as pontuações individuais dos alunos, juntamente com a média geral de pontos.

Figura 31 - Escola A – Pontuações individuais e média geral na olimpíada



Ao fim da terceira etapa foi entregue aos 9 alunos um questionário para que respondessem anonimamente. Neste questionário haviam perguntas objetivando traçar um perfil dos alunos e captar suas impressões sobre a ferramenta APIN e a utilização desta no Ensino Médio. O Apêndice III contém o questionário apresentado aos alunos.

Por meio deste questionário, complementado por um formulário preenchido no momento do cadastramento na APIN, foi possível observar o perfil dos alunos:

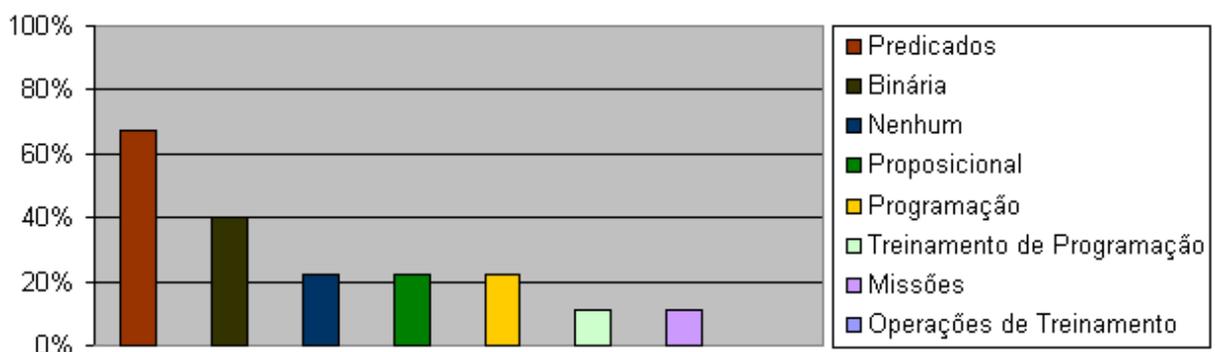
- A maioria dos alunos tinha 16 anos e era do sexo masculino

- A maioria utiliza computadores frequentemente
- Antes de utilizar a ferramenta APIN, 78% tinham algum conhecimento prévio sobre lógica, e 22% não.

Ao analisar as impressões deles sobre a ferramenta APIN e a sua utilização no Ensino Médio, chegou-se à conclusão de que todos os alunos consideraram a ferramenta APIN divertida, todos consideraram que obtiveram avanços nos conhecimentos sobre lógica e raciocínio, que a lógica e o raciocínio são importantes objetos de estudo no ensino médio e que eles podem ajudar a entender melhor outras disciplinas, e quase todos acreditam que a lógica pode ajudá-los a entender e resolver problemas comuns da vida fora da sala de aula.

Entretanto, a maioria dos alunos apontou que alguns módulos da ferramenta APIN são de difícil aprendizagem ou utilização. No questionário, cada aluno deveria assinalar os módulos que considerassem difíceis, podendo assinalar vários módulos caso considerasse que mais de um era difícil. Como resultado, 22% dos alunos consideraram que nenhum é de difícil aprendizagem ou utilização, e 78% sentiram dificuldades em pelo menos um módulo. Dentre os que consideraram algum módulo difícil, 67% citam o módulo de lógica de predicados da academia como sendo difícil, 40% citam o de lógica binária, 22% o de lógica proposicional, 22% o de lógica de programação, 11% citam o treinamento de programação e 11% citam as missões. As operações de treinamento não foram consideradas difíceis por ninguém. O gráfico da Figura 32 apresenta estes dados.

Figura 32 - Escola A – Módulos difíceis sob a ótica dos alunos



Embora a maioria dos alunos tenha apontado dificuldades de aprendizagem ou utilização da APIN, citando a lógica de predicados como a mais difícil, seguida da lógica binária como a segunda mais difícil, na lógica de predicados foi registrada a maior taxa de acertos nos exercícios, em que 88% dos alunos conseguiram desempenho satisfatório, seguida também pela lógica binária, com 71% dos alunos com desempenho satisfatório. Uma

inferência possível é que as dificuldades iniciais tenham sido superadas à medida em que a experiência com o uso da ferramenta aumentou.

Na próxima subseção são discutidos os resultados da realização de uma Oficina APIN na Escola B.

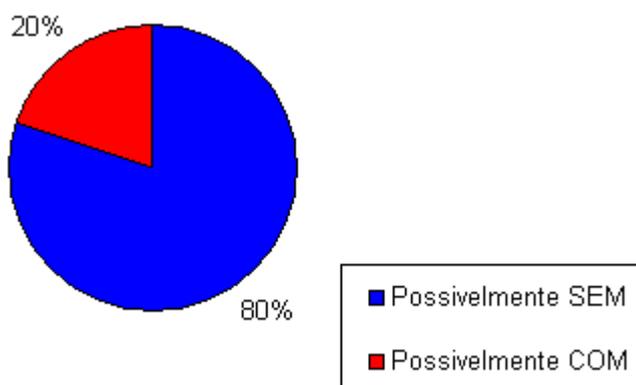
4.2 ESCOLA B

A segunda oficina APIN foi realizada na Escola B no Pará, com 9 alunos do ensino médio manifestando interesse em participar da oficina, dos quais compareceram 5 alunos na primeira etapa, sendo este o segundo espaço amostral da pesquisa.

A primeira etapa da oficina seguiu da mesma forma que na Escola A, tratando-se da utilização da Academia APIN, seguindo as mesmas métricas para verificação da possibilidade de uso de tentativa e erro e para análise de desempenho.

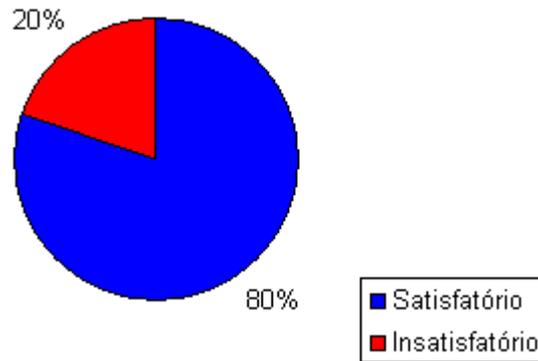
Na Escola B a proporção de alunos que possivelmente recorreram à tentativa e erro na resolução dos exercícios foi de 20%, contra 80% que aparentaram resolver os exercícios de fato. A Figura 33 apresenta um gráfico com estes dados.

Figura 33 - Escola B – Tentativa e erro nos exercícios



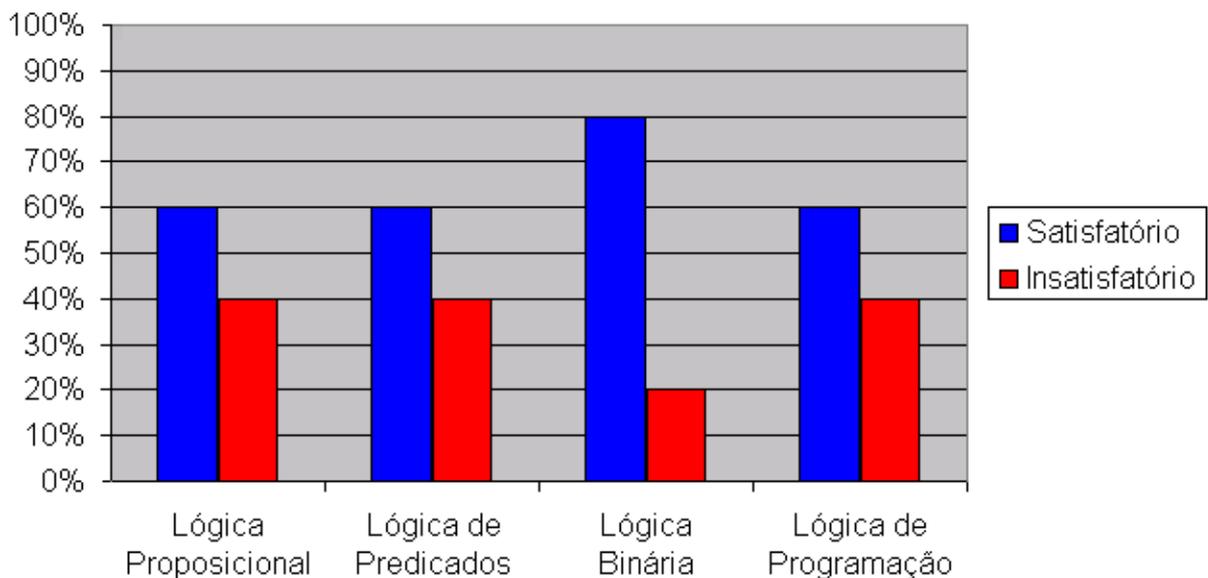
No que se refere ao desempenho dos alunos na resolução dos exercícios dos tutoriais, observou-se que na Escola B, 80% dos alunos conseguiram acertar a metade ou mais das questões, com os 20% restantes dos alunos não conseguindo. Tal como na escola A, os alunos que se enquadraram como possíveis utilizadores da tentativa e erro tiveram desempenho insatisfatório. A Figura 34 mostra em um gráfico a proporção de alunos com desempenho satisfatório e insatisfatório.

Figura 34 - Escola B – Desempenho dos alunos nos exercícios



Analisando o desempenho dos alunos nos módulos separadamente, observou-se que na lógica proposicional, de predicados e de programação, 60% dos alunos obtiveram desempenho satisfatório e 40% obtiveram desempenho insatisfatório. Já na lógica binária, 80% dos alunos obtiveram desempenho satisfatório, contra 20% com desempenho insatisfatório. No gráfico da Figura 35 podem ser vistos estes dados com mais clareza.

Figura 35 - Escola B – Desempenho dos alunos por módulo da academia



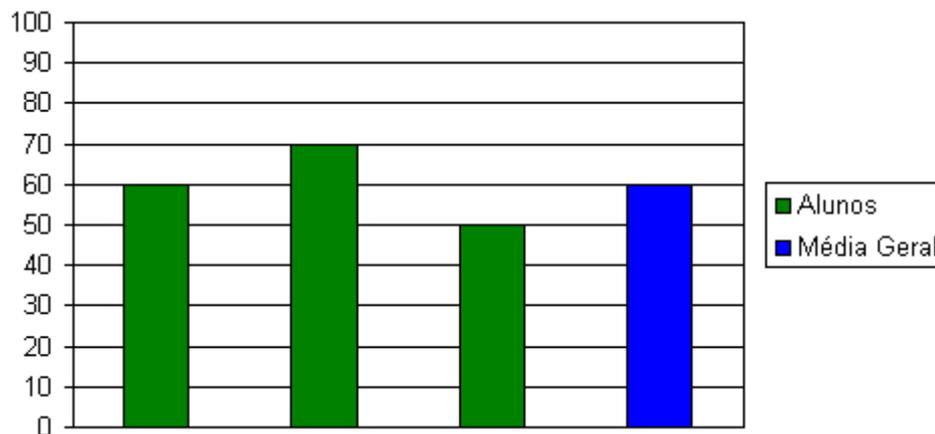
Na segunda etapa da oficina na Escola B, compareceram 3 dos 5 alunos presentes na primeira etapa. Gravadas as pontuações dos alunos nas missões, e seguindo a mesma métrica de desempenho usada na Escola A, observou-se que todos os alunos conseguiram desempenho satisfatório, conforme apresentado no gráfico da Figura 36.

Figura 36 - Escola B – Desempenho dos alunos nas missões



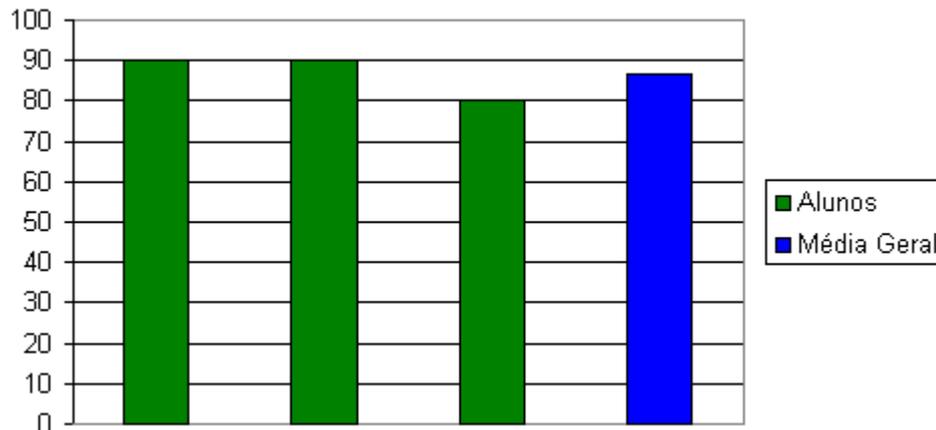
Detalhando os dados, verifica-se as pontuações individuais dos alunos nas missões, bem como a média geral destes pontos, demonstrados no gráfico da Figura 37.

Figura 37 - Escola B – Pontuações individuais e média geral nas missões



Por solicitação dos alunos na Escola B, a terceira etapa ocorreu no segundo dia da oficina, logo após a etapa das missões, pois havia sobrado algum tempo na segunda etapa. Com as duas últimas etapas sendo consecutivas, o número de alunos na terceira etapa permaneceu em 3. Utilizando o mesmo critério avaliativo da etapa anterior, 100% dos alunos obtiveram desempenho satisfatório. No gráfico da Figura 38 é possível visualizar as pontuações individuais dos alunos, juntamente com a média geral de pontos.

Figura 38 - Escola B – Pontuações individuais e média geral na olimpíada



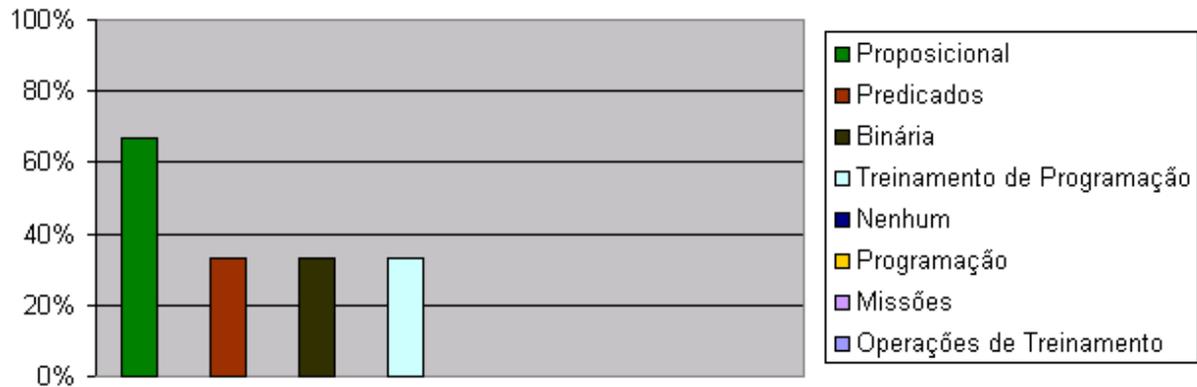
Ao fim da terceira etapa na Escola B, foi entregue aos 3 alunos o mesmo questionário entregue na Escola A, fazendo-se as mesmas análises dos dados. O perfil destes alunos era o seguinte:

- A maioria tinha 17 anos e era do sexo masculino.
- Todos utilizam computadores com frequência.
- Antes de utilizar a ferramenta APIN, todos tinham algum conhecimento prévio sobre lógica.

Ao analisar as impressões deles sobre a ferramenta APIN e a sua utilização no Ensino Médio, chegou-se à conclusão, tal como na Escola A, de que todos os alunos consideraram a ferramenta APIN divertida, todos consideraram que obtiveram avanços nos conhecimentos sobre lógica e raciocínio, que a lógica e o raciocínio são importantes objetos de estudo no ensino médio e que podem ajudar a entender melhor outras disciplinas, e todos acreditam que a lógica pode ajudá-los a entender e resolver problemas comuns da vida fora da sala de aula.

Assim como na Escola A, os alunos da Escola B apontaram que alguns módulos da ferramenta APIN são de difícil aprendizagem ou utilização. A porcentagem de alunos que considerou algum módulo difícil foi de 100%. A lógica proposicional foi a mais citada, com 67% dos alunos a considerando difícil de entender. A lógica de predicados, a lógica binária e o módulo de treinamento são citados por 33% dos alunos que as consideraram difíceis. O restante dos módulos não foi citado. O gráfico da Figura 39 apresenta estes dados, que são pouco mais convergentes do que os que foram coletados na Escola A.

Figura 39 - Escola B – Módulos difíceis sob a ótica dos alunos



4.3 ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS

Um dos objetivos das oficinas APIN era analisar a ferramenta APIN na prática, verificando se ela atende ao objetivo de desenvolver a lógica e o raciocínio dos alunos, se eles conseguem utilizar a ferramenta corretamente e se eles têm real interesse quando a estão utilizando. Foram realizadas em duas escolas de contextos diferentes para verificar se há discrepância considerável nos dados, o que poderia enfraquecer a validação da ferramenta.

Os dados obtidos com as oficinas nas duas escolas foram similares, a começar pela análise do nível de tentativa e erro dos alunos nos exercícios dos tutoriais. Se a proporção de alunos que respondiam às questões sem ler as questões fosse muito grande, interpretar-se-ia que a ferramenta não desperta o interesse dos alunos, com o material teórico sendo muito extenso e cansativo. Nas análises pôde-se observar que em nenhuma das escolas houve uma proporção de alunos aplicando tentativa e erro nos exercícios dos tutoriais maior que 25%. Isto mostra que os alunos não descartam o conteúdo pedagógico puramente textual, o que era uma preocupação na formulação do projeto da ferramenta APIN. Entretanto, na etapa do treinamento de programação e na etapa de missões, muitos alunos perguntavam como se utilizava o sistema, embora haja um manual de uso disponível. O que pode indicar que os alunos não tinham interesse em ler os manuais de instruções, ou os mesmos não continham informações suficientes para o entendimento da mecânica do sistema de animação por algoritmos e do sistema de jogo.

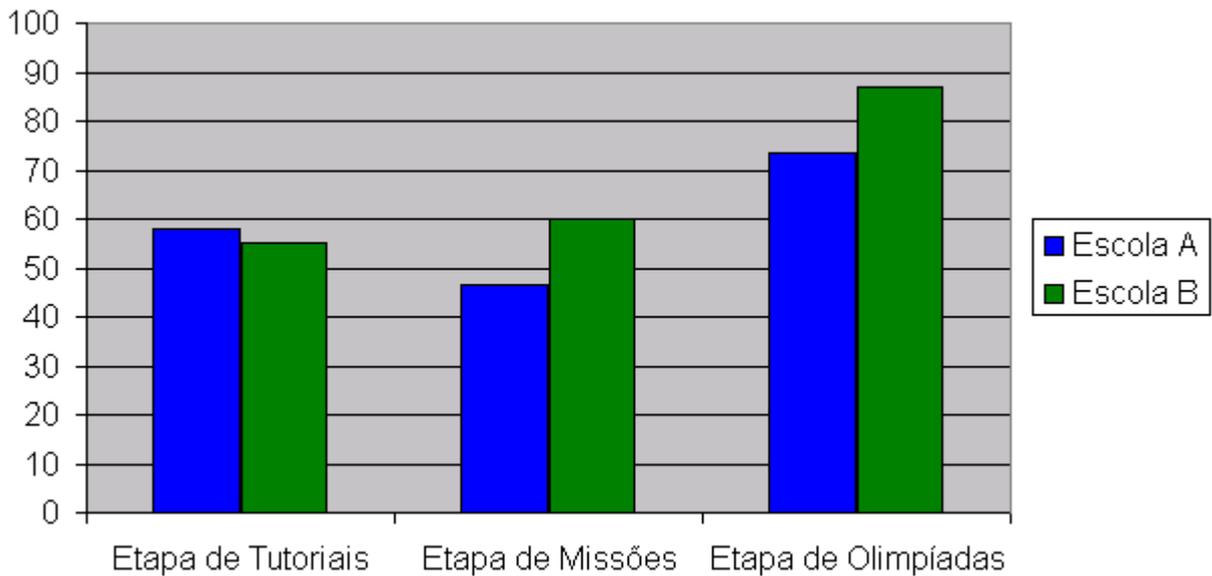
Outro quesito analisado com as oficinas foi a capacidade dos textos da etapa tutorial de transmitir com sucesso os conceitos sobre lógica. Foram verificados os acertos e erros dos alunos nos exercícios propostos na Academia APIN, ao que se constatou que os alunos assimilaram bem os conceitos apresentados, com a proporção de alunos que tiveram bom desempenho superior a 70% em ambas as escolas. Esta porcentagem poderia ter sido maior se

não houvesse alunos que possivelmente não liam as lições e respondiam as perguntas com respostas aleatórias.

Para complementar a análise da capacidade pedagógica dos textos, verificou-se também as pontuações dos alunos nas missões e nas olimpíadas, visto que um bom desempenho nas mesmas está estritamente relacionado com um bom conhecimento dos conceitos previamente apresentados nos tutoriais. Embora mais da metade dos alunos tenham conseguido bom desempenho nas missões na Escola A, e todos na Escola B, as pontuações dos alunos foram muito próximas do limiar estabelecido para considerar a pontuação satisfatória, que é de 50 ou mais em uma escala de 0 a 100, sendo a média geral 46 na Escola A e 60 na Escola B. Esperava-se uma média maior, principalmente pelo fato de que a maior parte dos alunos que tiveram desempenho insatisfatório na Academia, o que incluía os alunos que possivelmente praticavam a tentativa e erro, abandonou a oficina, não participando da etapa das missões. Já nas olimpíadas os resultados foram muito bons, onde todos os alunos em ambas as escolas tiveram desempenho satisfatório, com médias gerais 73 e 87 nas escolas A e B respectivamente, seguindo a mesma escala de zero a 100.

Embora sejam módulos semelhantes, observa-se uma diferença significativa nas pontuações dos alunos entre o módulo de missões e o de olimpíada. É razoável interpretar como razão desta discrepância o fato de que no módulo de missões os alunos tiveram um primeiro contato com o sistema de jogo, sendo parte dos erros reflexo do desconhecimento de todas as funcionalidades e em que situação utilizá-las. Apesar de a ferramenta APIN contar com um manual do sistema com textos explicativos, alguns alunos perguntavam como se utilizava determinada função, ou para que existia uma outra. Mas com a prática os alunos foram conhecendo e entendendo o sistema de jogo, o que pode ser observado nas altas pontuações da última etapa. Assim, constata-se que os tutoriais da APIN são didaticamente produtivos. O gráfico da Figura 40 ilustra melhor isto, apresentando a média geral dos alunos em cada etapa, em ambas as escolas.

Figura 40 - Escolas A e B - Média geral em cada etapa



Com os dados das pontuações e do questionário foi possível responder às cinco perguntas iniciais descritas na metodologia:

- Os alunos compreenderam os conceitos transmitidos pela APIN, visto que a porcentagem de alunos que concluíram o módulo de tutoriais satisfatoriamente é grande, e que tiveram um bom desempenho na competição, onde todos conseguiram pontuação acima da média proposta. Para concluir as missões com boa pontuação é necessário que o aluno tenha entendido as noções de lógica, pois os desafios lógicos as exigem.
- Os alunos tiveram avanços em suas habilidades de raciocínio e solução de problemas, com um bom desempenho na oficina. Embora a maioria tenha afirmado que já tinham algum conhecimento de lógica, o que poderia explicar o bom desempenho, afirmaram também que tiveram avanços no conhecimento de lógica e no raciocínio.
- Há módulos da APIN que apresentam um elevado grau de dificuldade no que se refere à aprendizagem. O módulo de lógica de predicados foi citado por mais da metade dos alunos como sendo de difícil aprendizagem. Os módulos de lógica proposicional e lógica binária também foram consideravelmente citados. Foi verificado também que no módulo de missões os alunos tiveram baixas pontuações, possivelmente por dificuldade de uso em razão do contato inicial com o sistema de jogo.
- A ferramenta APIN é divertida e útil, de acordo com os alunos.

- A APIN cumpre com seu objetivo de ajudar a viabilizar o desenvolvimento de uma base lógico-matemática que favoreça a aprendizagem de computação, ao passo que os alunos compreenderam os conceitos das lógicas apresentadas e conseguiram associar este conhecimento à resolução de problemas propostos nas missões e competições. Tanto o conteúdo pedagógico trabalhado, quanto a associação e organização correta das ideias são importantes e necessários à computação.

Segue na próxima seção as considerações finais desta dissertação, incluindo-se a contribuição científica da pesquisa e os trabalhos futuros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dificuldade de aprendizagem em disciplinas que envolvem lógica está presente nos cursos superiores de computação. Destaca-se que entre as causas deste problema está a ausência de uma base lógico-matemática prévia. A forma de construção ou desenvolvimento desta base pode ser explicada pelo processo de assimilação na teoria do construtivismo, que, segundo seu autor, facilita o processo de aprendizagem. Em termos mais específicos, a base lógico-matemática cuja construção se procura facilitar é o ancoradouro aos novos conhecimentos adquiridos pelo aprendente. Quando isto ocorre estes novos conhecimentos são assimilados na estrutura cognitiva do indivíduo e o processo usado para construí-la é o processo de assimilação.

Por ser justificável a utilização de metodologias diversificadas no ensino médio para estimular o raciocínio e a habilidade de resolução de problemas, foi desenvolvida a ferramenta APIN, que tem o objetivo de viabilizar o desenvolvimento de uma base lógico-matemática propícia à cursos superiores de computação e conta com recursos gráficos, tutoriais explicativos, exercícios e missões em formato de jogo para despertar o interesse do aluno e motivá-lo a querer aprender. Com a ferramenta APIN pretende-se auxiliar os alunos do Ensino Médio a descobrir o mundo da lógica e a expandir o pensamento por meio das lições sobre Lógica Formal. Complementarmente, os usuários são introduzidos na Lógica de Programação, onde podem aprender um pouco do mundo da computação, de forma que em um possível ambiente universitário as aprendizagens conceitual e prática sejam facilitadas e as desistências reduzidas.

Após a aplicação da ferramenta APIN no Ensino Médio, com o objetivo de aperfeiçoá-la, foi desenvolvida a APIN+, um módulo de extensão que consiste em um framework para a criação de missões em alto nível. A adição deste framework aumenta o leque de recursos da ferramenta para atingir seu objetivo de viabilizar o desenvolvimento de uma base lógico-matemática propícia à computação, e por ser um dos seus objetivos o incentivo à competição, dá mais ênfase às características lúdicas da ferramenta, o que pode elevar o interesse dos alunos pela mesma. Outro benefício do framework é a possibilidade de professores criarem as missões conforme suas necessidades didático-pedagógicas, ao invés de utilizar apenas missões fixas da ferramenta. Para facilitar a distribuição destas missões foi criado um repositório online para as missões criadas por alunos, professores e pela equipe de desenvolvimento da APIN.

Na versão atual da ferramenta APIN, a inserção dos desafios no repositório é feita de forma manual, pois embora o framework possua um sistema de análise das missões para evitar que sejam criadas missões de solução impossível, ele ainda não consegue inferir automaticamente a ordem correta das ações a serem tomadas a partir da explicação do problema e das dicas e charadas de lógica que fazem parte da formulação do desafio. Os algoritmos de análise são restritos a verificar se é possível completar a missão, não verificando a validade das informações que auxiliam o aluno a concluir a missão sem utilizar o método de tentativa e erro. Cogitou-se desenvolver a APIN+ de forma que o aluno ou professor construísse as instruções das missões utilizando frases fixas como premissas, por exemplo: “O Objeto X precisa do item Y para ser ativado” ou “O Objeto A só pode ser acionado se o Objeto B estiver ativado”, mas isto restringiria consideravelmente a criatividade na expressão de ideias. Deve-se garantir ao professor e ao aluno a liberdade para expressar as instruções das missões como julgar melhor, e por esta razão atualmente não é possível verificar computacionalmente se as premissas fornecidas são suficientes para se chegar à conclusão. Assim, o aluno ou professor que queira disponibilizar suas missões no repositório deverá enviá-las à equipe responsável pelo gerenciamento da ferramenta APIN para que seja feita uma análise de cada missão.

Caso o sistema de análise das missões construídas na APIN+ seja aperfeiçoado de modo que seja verificável a validade das informações das missões, será possível desenvolver um sistema de repositório de missões mais complexo que permitiria aos alunos e professores enviarem suas missões, devidamente analisadas pelo sistema, diretamente para a web, onde estas estariam disponíveis para todos os usuários da APIN, para um grupo de usuários ou um usuário em particular, se o aluno ou professor assim desejar. Isto poderia deixar o sistema de competições mais dinâmico e atrativo.

Com a realização das Oficinas APIN foi possível ter uma visão parcial da validade da ferramenta APIN. Observou-se que os alunos se interessaram pela ferramenta, e que esta se mostra útil ao seu propósito de estimular o raciocínio e a habilidade de resolução de problemas em um contexto computacional, ao passo que a proporção de usuários com desempenho satisfatório na etapa da academia foi grande, apesar desta etapa em particular contar apenas com lições de lógica meramente textuais, sem qualquer aspecto lúdico, e que todos os alunos obtiveram boas pontuações na segunda etapa de missões, que representavam uma olimpíada. Na primeira etapa de missões as pontuações dos alunos não foram tão boas quanto o esperado, o que foi causado possivelmente pelo contato inicial com o sistema de jogo, que contabiliza erros desde a sua primeira utilização, o que influencia negativamente a

média de pontos num cenário onde há uma pontuação baixa nas missões iniciais e uma melhor pontuação nas missões finais. Isto possivelmente pode ser contornado com melhorias nos manuais de uso do sistema, implementando um sistema tutorial passo a passo para demonstrar todas as funcionalidades na APIN, característica existente no sistema Alice. Além disso, pode ser implementada uma melhoria pedagógica no módulo de missões da APIN incrementando informações nas mensagens de retorno enviadas ao aluno pelo sistema quando há a tentativa de conclusão de uma missão. Estas mensagens poderiam incluir referências às lições de lógica cujos conceitos estiveram envolvidos na missão em questão. Esta implementação permitiria aos alunos que errarem ou não compreenderem a missão tomar conhecimento do que eles deveriam estudar novamente para então resolver a missão corretamente. Também seria válido para quem conseguisse completar a missão com sucesso, pois os mesmos poderiam confirmar se os conceitos que imaginaram que estivessem envolvidos estavam de fato.

Ainda no tocante às missões, pode ser melhorada a transparência das pontuações dos alunos, visto que não é possível acessar os resultados detalhados de cada missão, podendo-se visualizar apenas a média de pontos nas missões como um todo. Com as pontuações individuais detalhadas o professor poderia avaliar melhor o desempenho dos alunos, especialmente nas missões que o próprio professor desenvolver, e estima-se que pode haver ganhos pedagógicos se o aluno tiver acesso à pontuação das missões individualmente logo após a conclusão de cada uma delas, pois ele teria uma noção de como poderia melhorar seu raciocínio perante as missões, bem como seus algoritmos, de forma que alcance a maior pontuação possível. Para isso seria necessário reformular o sistema de pontuações, aumentando a abrangência dos itens avaliados, como por exemplo, verificação de passos desnecessários e análise lógica dos algoritmos desenvolvidos pelos alunos. Esta análise lógica é feita atualmente de forma incompleta, pois não considera se o algoritmo do aluno foi fruto de um raciocínio prévio ou se foi meramente construído por tentativa e erro. Por exemplo: Em uma missão que solicite que seja acionado o computador com a informação “ativador” em um ambiente em que há dois computadores, o algoritmo ideal é aquele que coleta a informação do primeiro computador, verifica se esta informação é “ativador”, aciona este computador caso a informação seja a requerida, caso contrário, vai até o próximo computador e aciona-o. Mas se o algoritmo do aluno simplesmente aciona o primeiro computador na esperança de que seja este o correto, na forma que o sistema de pontuação está construído este aluno poderá obter uma pontuação maior que aqueles que construírem o algoritmo adequadamente, pois utilizará menos recursos do robô, visto que aquele algoritmo será menor, com menos passos.

Outro ponto que deve ser verificado é o módulo da academia. Os alunos avaliaram a ferramenta através de um questionário, onde informaram que alguns módulos de lógica, em particular a lógica de predicados, a proposicional e a binária, foram difíceis de entender. Faz-se necessária uma análise do material pedagógico para verificar que pontos podem ser melhorados para que os conceitos sejam apresentados de forma mais simples para os alunos.

Considera-se parcial a validação da ferramenta APIN, pois o módulo APIN+ ainda não foi testado no Ensino Médio, visto que na ocasião das Oficinas APIN ele não havia sido construído. Além disso, as oficinas realizadas podem ser insuficientes para verificar a real eficácia da ferramenta APIN quanto à solução do problema da dificuldade de aprendizagem nas disciplinas que envolvem lógica nos cursos superiores em computação, pois isto só pode ser verificado a longo prazo, observando na graduação o desempenho dos alunos que utilizaram a ferramenta APIN no Ensino Médio. Para isso seria necessária a realização de muitas Oficinas APIN, que abranjam alunos na proporção de centenas ou milhares, de modo que entre estes alunos possa haver uma quantidade expressiva que ingresse em um curso superior na área da computação, para então continuar a pesquisa e fazer a sua validação completa.

Uma possível saída para minimizar o tempo e esforços que seriam necessários para fazer esta validação completa, seria utilizar a ferramenta APIN com alunos de graduação em computação tão logo quanto entrarem na universidade, o que permitiria que o argumento inicial de que são necessários conhecimentos prévios seja respeitado, pois o acadêmico utilizaria a ferramenta antes de iniciar os estudos nas disciplinas que envolvem lógica. Contudo, isto de certa forma modificaria procedimentos e métodos na universidade, tornando a solução remediadora, e não preventiva como o desejado. Além disto, os efeitos do uso da APIN na universidade podem não ser os mesmos que os do uso no Ensino Médio, devido ao espaço de tempo entre a acomodação dos conceitos de lógica e raciocínio na estrutura cognitiva do aluno ao utilizar a APIN e a assimilação de conceitos mais avançados na universidade. Utilizar a APIN no Ensino Médio pode ser mais proveitoso, uma vez que daria mais tempo ao aluno para amadurecer os conceitos recebidos e associá-los com o meio em que vive, aperfeiçoando-os e fortalecendo-os.

Uma vez que a validação da pesquisa estiver completa, pode-se melhorá-la investigando a possibilidade de mesclar as ideias da APIN com a Robótica, área que tem obtido bons resultados quanto ao ensino de algoritmos, mas que não foi analisada a fundo nesta pesquisa por não fazer parte do escopo de softwares educativos. Também pode ser verificada a possibilidade de desenvolver a ferramenta APIN para dispositivos móveis, como

celulares e outros PDAs, o que diversificaria as formas de acesso ao sistema APIN e expandiria a ideia de competições entre alunos.

5.1 CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS E PREMIAÇÕES

Esta pesquisa contribuiu as seguintes publicações científicas:

Congressos Nacionais – Qualis B5:

- Dim, C. A.; Rocha, F. E. L. (2011) “Uma Ferramenta Para Aprendizagem de Lógicas e Estímulo do Raciocínio e da Habilidade de Resolução de Problemas em um Contexto Computacional no Ensino Médio”. In: XIX Workshop sobre Educação em Computação. CSBC 2011, Natal/RN. (*artigo completo*)
- Dim, C. A.; Rocha, F. E. L. (2011) “APIN+: A Framework to Create APIN Missions in High Level”. In: X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital. Salvador/BA. (*artigo curto*)

Congressos Internacionais – Qualis B2:

- Dim, C. A.; Rocha, F. E. L. (2011) “Um Web-Framework para Criação de Missões APIN em Alto Nível”. In: Conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2011. Rio de Janeiro/RJ. (*artigo completo*)

Neste ultimo, o artigo foi premiado com distinção, sendo escolhido como um dos melhores artigos da conferência.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Considera-se que a pesquisa apresentada neste artigo pode e deve prosseguir por meio de melhorias, das quais se destacam as seguintes:

- Analisar computacionalmente a validade das informações de uma missão no módulo APIN+ sem limitar a criatividade do aluno na idealização e organização destas informações.
- Melhorar o repositório de missões, que passaria a receber arquivos de missões diretamente do aluno e do professor.
- Tornar mais compreensíveis e atrativos os manuais de uso da APIN, possivelmente incrementando tutoriais passo a passo.
- Aperfeiçoar as características pedagógicas da ferramenta APIN, para que esta dê um melhor feedback ao aluno na etapa de missões, mostrando a ele a relação que

há entre a missão em que ele está com os conceitos de lógica previamente apresentados na etapa da academia, especialmente nos casos em que o aluno não consegue resolver a missão.

- Implantar um sistema de exibição detalhada das pontuações dos alunos na própria ferramenta e imediatamente após a finalização das missões, para que estes possam analisar seus erros com maior facilidade, bem como incrementar o escopo de pontuações, que no momento não considera se houveram muitos passos desnecessários ou se o aluno realmente seguiu a linha de raciocínio traçada na construção de cada missão, o que necessitaria de uma melhora no sistema de análise dos algoritmos.
- Revisar o material pedagógico sobre lógicas no módulo da Academia APIN, onde os alunos consideraram algumas lógicas de difícil aprendizagem.
- Utilizar o módulo APIN+ no Ensino Médio, que não havia sido construído até o momento em que as Oficinas APIN foram realizadas para a validação da pesquisa.
- Realizar mais experiências utilizando a APIN no Ensino Médio, fazendo um acompanhamento dos alunos a longo prazo, para verificar os reais efeitos da utilização da APIN em alunos de cursos superiores em computação que a utilizaram no Ensino Médio.
- Realizar experiências utilizando a APIN no ambiente universitário, no início dos cursos de computação, objetivando verificar os resultados do uso da APIN em curto prazo.
- Analisar as possibilidades de mesclagem das ideias da APIN com a Robótica.
- Desenvolvimento da ferramenta APIN para dispositivos móveis: adequação da ferramenta para trabalhar em aparelhos como celulares e outros PDAs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alice. (2010) “Projeto Alice”, <http://www.alice.org>, acesso em outubro de 2010.
- Ausubel, P. D. (1962) “A Subsumption Theory of Meaningful Learning and Retention”. *Journal of General Psychology*, (66):213–224.
- Bertoldi, S.; Ramos, E. M. F. (1999) “Avaliação de Software Educacional – Impressões e Reflexões”. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação). Universidade Federal de Santa Catarina.
- Castañon, G. A. (2005) "Construtivismo e Ciências Humanas". In: *Revista Ciências e Cognição*, Vol 5: 36-49.
- Jucá, S. C. S. (2006) “A Relevância dos Softwares Educativos na Educação Profissional.” In: *Revista Ciências e Cognição*, Vol 8: 22-28.
- Lira, C. M. C.; Silva, J. R. (2004) “Conectivos Lógicos Condicionais: O Uso do *Se...Então...* na Construção das Ideias Matemáticas.” In: VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Recife/PE.
- Mec. (1999) Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática.
- Mec. (1998) Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Resolução CEB/CNE Nº 3, de 26 de junho de 1998.
- Pereira Júnior, J. C. R.; Rapkiewicz, C. L.; Delgado, C.; Xexeo, J. A. M. (2005) “Ensino de Algoritmos e Programação: Uma Experiência no Ensino Médio.” In: XIII Workshop sobre Educação em Computação, São Leopoldo/RS.
- Piaget, J. (1973) “Psicologia e Epistemologia: Por uma Teoria do Conhecimento” (trad. Agnes Cretella). São Paulo: Ed. Forense (original publicado em 1966).
- Raabe, A. L. A.; Silva, J. M. C. (2005) “Um Ambiente para Atendimento às Dificuldades de Aprendizagem de Algoritmos.” In: XIII Workshop sobre Educação em Computação, São Leopoldo/RS.
- Rocha, P. S.; Ferreira, B.; Monteiro, D.; Nunes, D. S. C.; Goés, H. C. N. (2010) “Ensino e Aprendizagem de Programação: Análise da Aplicação de Proposta Metodológica Baseada no Sistema Personalizado de Ensino.” In: *RENTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, Vol 8, N 3.
- Rocha, F. E. L.; (2007) “Avaliação da Aprendizagem: Uma Abordagem Qualitativa Baseada em Mapas Conceituais, Ontologias e Algoritmos Genéticos”. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Pará.
- Sanchis, I. P.; Mahfound, M. (2007) “Interação e Construção: o sujeito e o conhecimento no construtivismo de Piaget”. In: *Revista Ciências e Cognição*, Vol 12: 165-177.
- Santos, R. P.; Costa, H. A. X. (2005) “TBC-AED e TBC-AED/WEB: Um Desafio no Ensino de Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação.” In: IV WEIMIG - Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais, Varginha/MG.
- Scratch. (2010) “Projeto Scratch”, <http://scratch.mit.edu>, acesso em outubro de 2010.

Sebben, N.; Guedes, A. L.; Stahlhofer, M. M.; Guedes, F. L. (2009) “Desenvolvendo Jogos para a Terceira Idade”. In: Simpósio SC Games, Florianópolis/SC.

XLogo. (2010) “Projeto xLogo”, <http://xlogo.tuxfamily.org/pt/>, acesso em outubro de 2010.

APÊNDICES

I – FORMULÁRIO DE CADASTRO ONLINE NA APIN

Segue o formulário preenchido no momento do cadastro na APIN:

Nome:
Idade:
Sexo:
Escola:
Cidade:
Estado:
E-mail:
Utiliza computadores diariamente?
Sua escola possui laboratório de computação utilizado pelos alunos?
Já fez algum curso de computação?
Pretende estudar computação no Ensino Superior?
Usuário:
Senha:

II – DIAGRAMAS DAS CLASSES DA FERRAMENTA APIN

A ferramenta APIN é dividida em software cliente e software servidor. Na Figura 41 apresenta-se o diagrama de classes do software cliente, com exceção das classes correspondentes ao módulo de olimpíada que são basicamente as mesmas que o módulo de missões adicionando-se algumas conexões extras ao servidor, e na Figura 42 é mostrado o diagrama de classes do software servidor, onde todas as classes com métodos “Retorna()” são *servlets* com os quais são feitas conexões *http*.

Figura 41 - Diagrama de Classes do Software Cliente

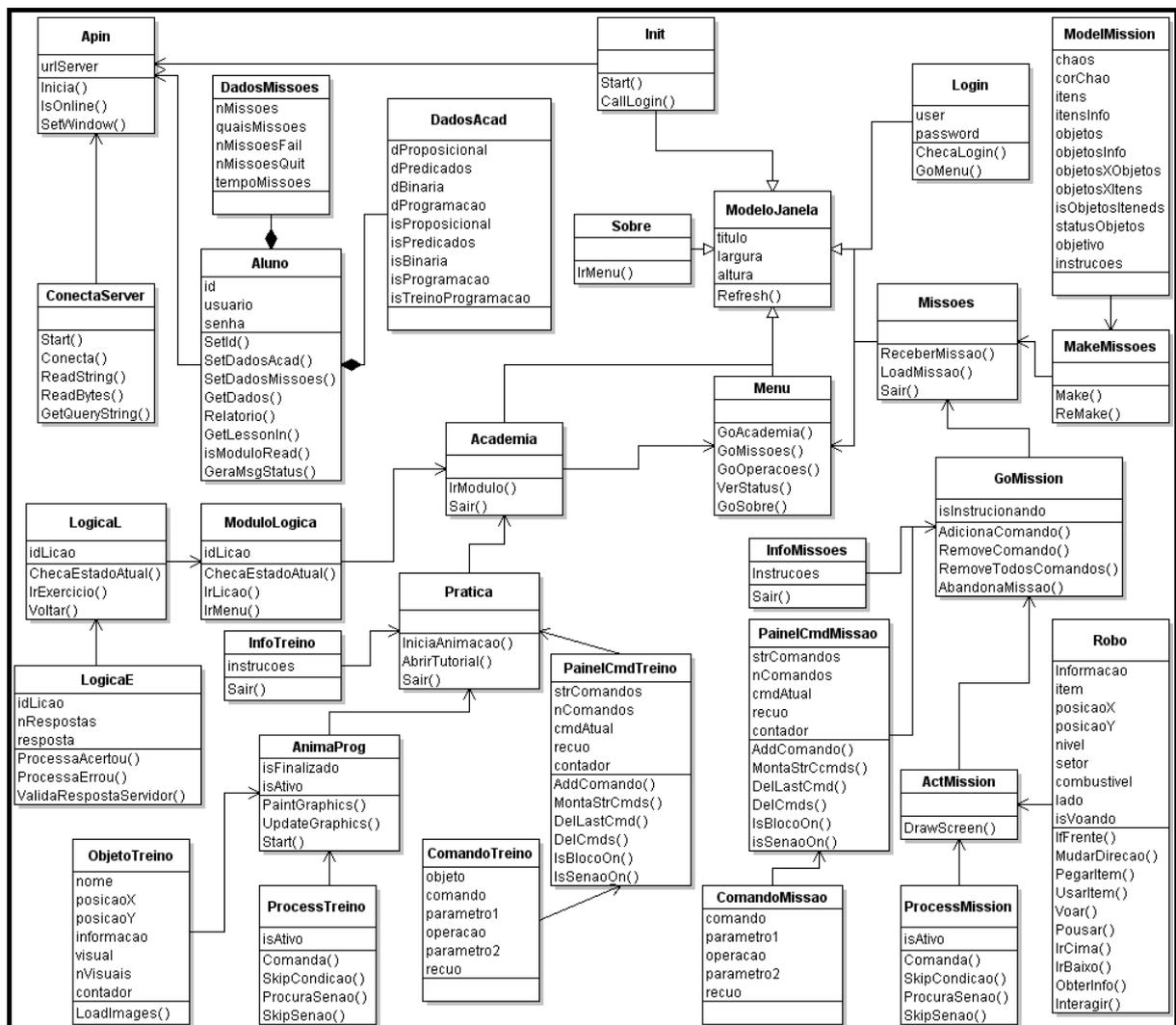
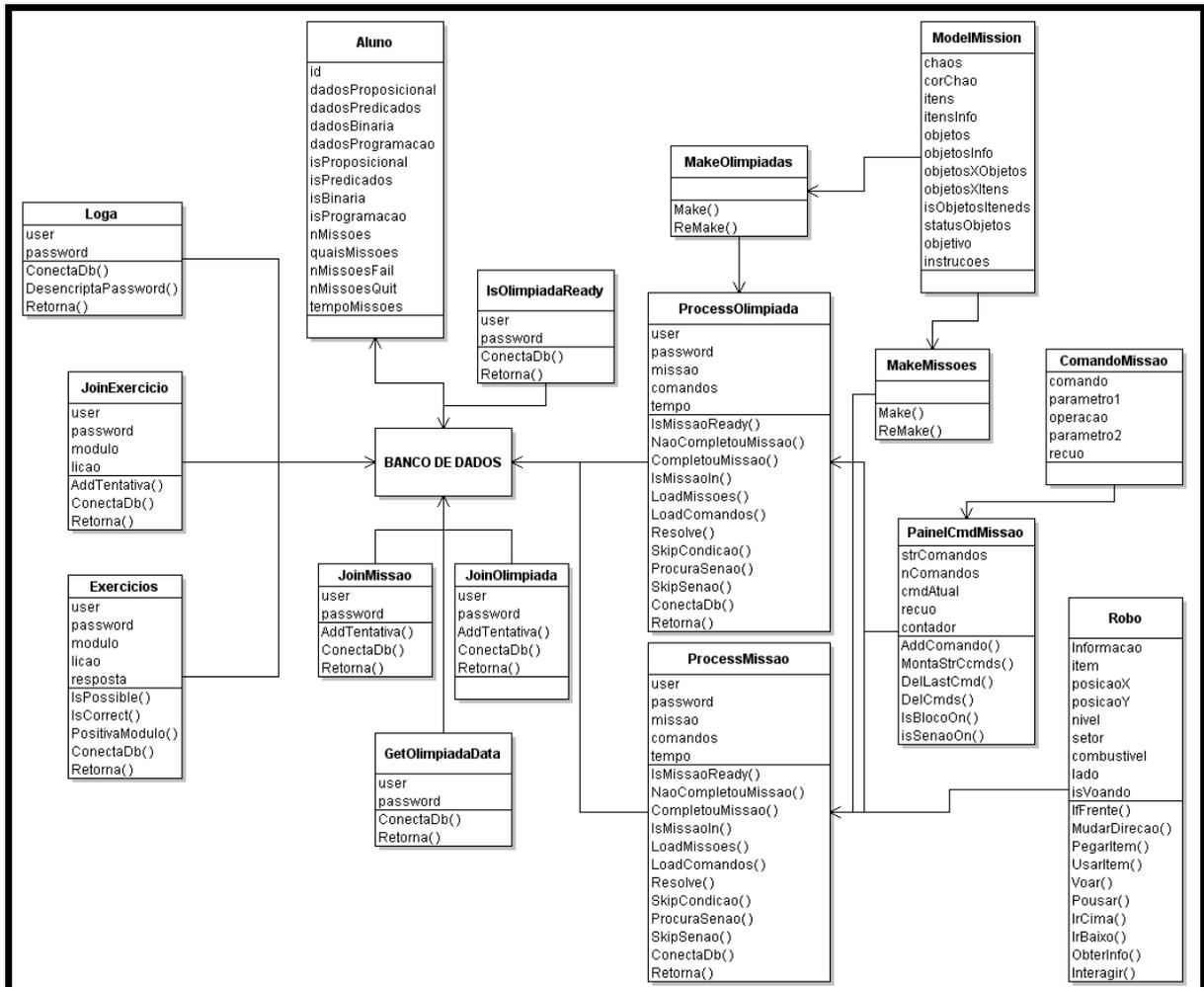


Figura 42 - Diagrama de Classes do Software Servidor



III – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA APIN

Segue o questionário fornecido aos alunos das Oficinas APIN para a validação da ferramenta:

- Qual sua idade?
 - a) menos de 14
 - b) entre 14 e 16
 - c) mais de 16

- Qual seu sexo?
 - a) masculino
 - b) feminino

- Antes de utilizar a ferramenta APIN você tinha algum conhecimento sobre lógica?
 - a) sim b) não

- Você considera a ferramenta APIN divertida?
 - a) sim b) não

- Assinale os módulos que considerou de difícil aprendizagem ou utilização:
 - 1| Academia: a) proposicional b) predicados c) binária d) programação e) treinamento
 - 2| Missões
 - 3| Operações de Treinamento
 - 4| Nenhum

- Você considera que teve avanços no conhecimento de lógica e raciocínio?
 - a) sim b) não

- Você considera o aprendizado de lógica e desenvolvimento do raciocínio importantes no ensino médio?
 - a) sim b) não

- Você considera a ferramenta APIN útil para o propósito de ensinar lógica e desenvolver o raciocínio e a capacidade de solução de problemas?
 - a) sim b) não

- Você acha que o desenvolvimento do raciocínio lógico pode ajudá-lo a estudar e compreender outras disciplinas que está estudando?
 - a) sim b) não

- Você acha que o desenvolvimento do raciocínio lógico pode ajudá-lo a entender problemas comuns da vida que acontecem fora da sala de aula?
 - a) sim b) não