

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

DANTE ALIGHIERI ALVES DE MELLO

**UM AMBIENTE VIRTUAL COLABORATIVO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE
FÍSICA COM BASE NA TEORIA DE VYGOTSKY**

**CAMPO GRANDE/MS
2015**

DANTE ALIGHIERI ALVES DE MELLO

**UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM COLABORATIVO PARA O
ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA COM BASE NA TEORIA DE VYGOTSKY**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara

**CAMPO GRANDE/MS
2015**

Dante Alighieri Alves de Mello

**UM AMBIENTE VIRTUAL COLABORATIVO DE ENSINO E APRENDIZAGEM
DE FÍSICA COM BASE NA TEORIA DE VYGOTSKY**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação,
do Centro de Ciências Humanas e Sociais, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como requisito final para a obtenção do título de Doutor

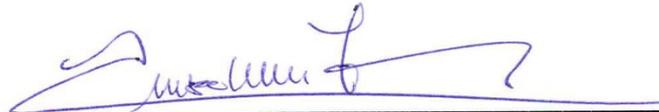
COMISSÃO EXAMINADORA



Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara



Profa. Dra. Fernanda Ostermann



Profa. Dra. Neuza Maria Marques de Sousa



Prof. Dr. Marcelo Augusto Santos Turine



Prof. Dr. Fábio da Purificação de Bastos

Campo Grande - MS, 24 de abril de 2015

*Aos meus pais,
À minha amada esposa e filhos,
Aos estudantes.*

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara, pela orientação segura, por acreditar nesse projeto com entusiasmo e por não medir esforços em me auxiliar em todos os momentos da pesquisa.

Aos membros da banca, que prontamente aceitaram nosso convite para avaliarem o trabalho, professores doutores Fábio da Purificação de Bastos (UFSM), Fernanda Ostermann (UFRGS), Marcelo Augusto Santos Turine (UFMS), Neusa Maria Marques de Souza (UFMS) e Suely Scherer (UFMS).

Aos professores doutores do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) da UFMS, Fabiany de Cássia Tavares Silva, Eurize Caldas Pessanha e Antonio Carlos do Nascimento Osório, pelas disciplinas fundamentais de Epistemologia.

Às professoras doutoras do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Marilena Bittar e Suely Scherer, pelas disciplinas de Tecnologias Educacionais.

Ao Prof. Dr. Márcio Antonio da Silva, pela disciplina a respeito de Currículo.

A todos os colegas da turma de doutorado de 2011, pelos debates epistemológicos, e à Franchys Marizethe Nascimento Santana Ferreira, pelas caronas entre Campo Grande e Aquidauana.

Aos colegas Airton José Vinholi Júnior, Anderson Martins Corrêa e Anelisa Esteves, pelas ricas contribuições a respeito da metodologia na pesquisa em educação.

Aos secretários do PPGEdu, Horácio Porto Filho, Jacqueline Mesquita e Liliane Bittencourt, pelo excelente atendimento e atenção que deles recebi durante o curso.

À direção da Escola Estadual Coronel José Alves Ribeiro (CEJAR) e do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Câmpus Aquidauana, pela aceitação e apoio à pesquisa.

À professora de Física do CEJAR, Franciéli Alvarenga Castor, por autorizar a realização da pesquisa com os estudantes de suas turmas e pelo auxílio prestado em todas os experimentos.

Ao professor de Física do Campus Aquidauana do IFMS, Ronivan Sousa da Silva, pelas discussões a respeito do uso das TIC e outras estratégias para o Ensino de Física.

À Evelyn Pinho Ferro, do Comitê de Ética para Pesquisa em Seres Humanos da UFMS, por sua presteza em todos os momentos que necessitamos durante o desenvolvimento do projeto.

Aos amigos Mário Lúcio de Souza, Fernando de Oliveira Casaca e Adolfo Vitor Mura, pelos conselhos e orientações na caminhada.

À minha esposa Celisse, companheira de todas as horas, que me auxiliou desde o projeto inicial.

Aos meus filhos, Maria Clara e Samuel Lucas, por me auxiliarem a compreender aspectos importantes do desenvolvimento infantil e da formação de conceitos.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

“A necessidade é a mãe da inovação”. Platão

“...a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a propor uma nova fórmula, a de que o ‘bom aprendizado’ é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento”. (VYGOTSKY, 2007, p. 102).

RESUMO

É consensual que a Física é uma disciplina de difícil compreensão para a maioria dos estudantes brasileiros. Por conta dessa constatação, muitas pesquisas vêm sendo realizadas para investigar as causas e possíveis soluções para esse problema, como, por exemplo, as investigações a respeito do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o ensino de Física. Realizamos uma pesquisa qualitativa que teve como objetivo principal investigar a ocorrência de aprendizagem colaborativa, mediada por um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem (AVEA), denominado Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física (LAFIS). Esse AVEA foi desenvolvido com base na teoria de Vygotsky, com o objetivo de favorecer a interação colaborativa entre os estudantes, mediados pelo professor, para solucionarem um determinado problema de Física por meio de um *chat* (bate-papo virtual). Partimos da hipótese que o LAFIS pode potencializar a aprendizagem dos estudantes ao promover uma relação de interdependência entre eles. Por meio da análise das interações discursivas, com foco nas classes de abordagem comunicativa e padrões de interação, procuramos identificar possíveis transições microgenéticas nos estudantes. As interações virtuais permitiram identificar conceitos espontâneos e científicos dos estudantes, bem como indícios de aprendizagem em diversos casos, principalmente nos padrões interativos I-R-F e cadeias I-R-F-R-F. As análises qualitativas das fontes de dados dessa pesquisa sugerem que o LAFIS, em determinadas condições socioculturais, favorece a interação colaborativa entre os estudantes, pois a interdependência entre eles no ambiente pode promover processos interativos, que podem ser convertidos em ações colaborativas, caso os sujeitos auxiliem um ao outro a resolverem os problemas propostos. Dentre os sujeitos que participaram da pesquisa, observamos estudantes que receberam auxílio dos seus pares e, assim, conseguiram resolver as questões propostas, bem como casos em que ambos os estudantes, de um mesmo grupo, não compreendiam ou não sabiam como solucionar o problema proposto, mas que conseguiram êxito na tarefa ao receberem o auxílio do professor. Verificamos a importância das interações colaborativas para a solução das questões propostas, bem como de que maneira devem ser conduzidas as mediações do professor para favorecer esse processo, uma vez que os fatores socioculturais influenciam a ocorrência da aprendizagem. Constatamos também que: 1) os problemas propostos no LAFIS devem promover uma relação de interdependência na interação entre os estudantes; 2) o Nível de Desenvolvimento Real e a Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes devem ser compatíveis com o problema proposto; 3) a intermediação do professor deve ser contínua e direcionada para receber o *feedback* do estudante, o que possibilita identificar possíveis indícios de aprendizagem.

Palavras-chave: Ambiente virtual de ensino-aprendizagem. Aprendizagem Colaborativa. Ensino de física. Vygotsky.

ABSTRACT

It is generally agreed that physics is a discipline difficult to understand for most Brazilian students. Because of this fact, many studies have been performed to investigate the causes and possible solutions to this problem, for example, investigations on the use of Information and Communication Technologies (ICT) for teaching physics. We conducted a qualitative study that aimed to investigate the occurrence of collaborative learning, mediated by a Virtual Teaching and Learning Environment (VTLE), called Collaborative Learning Laboratory of Physics (LAFIS). This VTLE was developed based on Vygotsky's theory, in order to foster collaborative interaction among students, mediated by the teacher, to solve a particular problem in physics through a chat. We hypothesized that the LAFIS can enhance student learning by promoting an interdependent relationship between them. Through the analysis of the discursive interactions, focusing on the communicative approach of classes and interaction patterns, we seek to identify possible microgenetic transitions in subjects investigated. Virtual interactions have identified spontaneous and scientific concepts of students, as well as learning evidence in several cases, especially in the interactive patterns I-R-F and I-R-F-R-F chains. Qualitative analysis of this research data sources suggest that LAFIS, under certain socio-cultural conditions favors the collaborative interaction among students because of the interdependence between them in the interactive environment may promote processes which can be converted into collaborative action if the subject assist each other to solve the problems posed. Among the subjects who participated in the survey, we found students who received help from their peers and thus succeeded in solving the proposed questions, as well as cases where both students of the same group, did not understand or did not know how to solve the problem proposed, but who managed to succeed in the task given teacher's aid. We note the importance of collaborative interactions to solve the questions posed and how the teacher mediation should be conducted to facilitate this process, since the socio-cultural factors influence the occurrence of learning. We also note that: 1) the proposed problems in LAFIS should promote an interdependent relationship in the interaction between students; 2) Real Development Level and Zone of Proximal Development students must be compatible with the proposed problem; 3) the intermediation of the teacher should be continuous and directed to receive student feedback, which makes it possible to identify possible learning evidence.

Keywords: Virtual teaching learning environment. Colaborative learning. Physics teaching. Vygotsky.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da direção de crescimento dos conceitos científicos e cotidianos para Vygotsky. Fonte: Rosa (2010, p. 119).....	29
Figura 2 - <i>Home Page</i> do LAFIS.	58
Figura 3 - Tela inicial apresentada ao professor em sua área restrita.....	60
Figura 4 - Tela inicial do “Banco de Questões”, disponível na área restrita do professor.	61
Figura 5 - Formação de grupos em uma turma específica para resolução de um problema no LAFIS. Todos os nomes de estudantes apresentados nesse trabalho são fictícios.....	62
Figura 6 - Visão do ambiente para um estudante alocado no laboratório 1.	63
Figura 7 - Visão do ambiente para um estudante alocado no laboratório 2.	64
Figura 8 - Primeira etapa de cadastro de um novo problema no LAFIS, na área restrita do professor.	65
Figura 9 - Segunda etapa de cadastro de um novo problema no LAFIS, na área restrita do professor.	65
Figura 10 - Terceira etapa de cadastro de um novo problema LAFIS, na área restrita do professor.	66
Figura 11 - Quarta e última etapa de cadastro de um novo problema no LAFIS, na área restrita do professor.	67
Figura 12 - Visualização rápida, na área restrita do professor, de problema cadastrado no “Banco de Questões”.....	67
Figura 13 - Tela de mediação dos grupos para a resolução de um determinado problema.....	68
Figura 14 - Tela de mediação do professor durante a resolução de um problema específico. .	69
Figura 15 - Estudantes resolvendo o problema do PhET na fase piloto de aplicação do LAFIS no CEJAR.....	78
Figura 16 - Estudantes do IFMS se cadastrando no LAFIS na segunda fase de aplicação do ambiente.	83

Figura 17 - Figura utilizada no exercício 4 da avaliação (ver ANEXO F). Note que essa representação de uma onda periódica tem comprimento de onda igual a 20cm. 104

Figura 18 - Representação de onda periódica que foi utilizada em um problema do teste de conhecimentos prévios. 132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos que utilizam TIC para o Ensino de Física e que declararam ter utilizado a teoria de Vygotsky. As referências estão ordenadas pelo ano de publicação e ordem alfabética, respectivamente.	34
Tabela 2 – Fontes das pesquisas que utilizam TIC para o ensino de Física com base na teoria de Vygotsky, ordenadas, respectivamente, pela quantidade de publicações e ordem alfabética.	37
Tabela 3 - Temáticas das revistas nas quais os artigos foram publicados.	38
Tabela 4 - TIC mais estudadas em cada trabalho.	38
Tabela 5 - Quantidade de trabalhos, por revista, que orientam como o professor deve utilizar as TIC em sala de aula.	45
Tabela 6 – Local de realização das pesquisas publicadas nas revistas brasileiras.	46
Tabela 7 – Grupos de pesquisa brasileiros direcionados ao uso das Tecnologias no Ensino de Física.	47
Tabela 8 - Renda familiar mensal, em salários mínimos, dos estudantes participantes da pesquisa no CEJAR.	81
Tabela 9 - Renda familiar mensal, em salários mínimos, dos estudantes participantes da pesquisa no IFMS.	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Primeiro problema cadastrado no LAFIS (Fase Piloto).....	74
Quadro 2 - Problema da “onda periódica” apresentado aos estudantes do CEJAR e do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.....	85
Quadro 3 - Problema do “nível sonoro” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.	86
Quadro 4 - Problema do “vampiro” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.	86
Quadro 5 - Problema da “corda” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.	88
Quadro 6 - Resultados da resolução do problema da “onda periódica” para os grupos analisados no CEJAR.	107
Quadro 7 - Resultados da resolução do problema da “onda periódica” para os grupos analisados no IFMS.	138
Quadro 8 - Problema do “apito” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.	140
Quadro 9 - Resultados da resolução do problema do “apito” para os quatro grupos analisados no IFMS.	154

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ASP – *Active Server Pages*
- AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem
- AVEA – Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem
- BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
- CD – *Compact Disc*
- CEJAR – Escola Estadual Coronel José Alves Ribeiro
- EF – Ensino Fundamental
- ERIC – *Education Resources Information Center*
- GIF – *Graphics Interchange Format*
- GINPEC – Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências
- HTML – *High Text Markape Language*
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IC – Iniciação Científica
- ICT – *Information and Communication Technology*
- IFMS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
- INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial
- IP – *Internet Protocol*
- IRC – *Internet Relay Chat client*
- Kbps – *Kilobytes* por segundo
- LAFIS – Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física
- LEDVI – Laboratório Educativo Virtual Interativo
- LSI-TEC – Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico
- Moodle – Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*
- MS – Mato Grosso do Sul
- NDR – Nível de Desenvolvimento Real
- PHP – *Hypertext Preprocessor*
- SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
- SI – Sistema Internacional de Medidas
- SQL – *Structured Query Language*
- SSCI – *Social Sciences Citation Index*

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

ZDP – Zona de Desenvolvimento Próximo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1.	Histórico e Motivação Pessoal	16
1.2.	O Desafio de Lecionar Física e a Educação Básica Brasileira	20
2.	REFERENCIAL TEÓRICO DE APRENDIZAGEM	27
2.1.	Uso das TIC para o Ensino de Física na Perspectiva Histórico-Cultural	33
3.	CONTEXTO DE INVESTIGAÇÃO	49
4.	METODOLOGIA	51
5.	RESULTADOS E ANÁLISES – PARTE I	58
5.1.	O Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem	58
5.2.	A relação de interdependência na resolução colaborativa de problemas	70
5.3.	Fase piloto de aplicação do LAFIS	74
6.	RESULTADOS E ANÁLISES – PARTE II	80
6.1.	Segunda fase de aplicação do LAFIS	80
6.1.1.	Experimento Formativo na Escola Estadual CEJAR	89
6.1.1.1.	Problema da “Onda Periódica”	89
6.1.2.	Experimentos Formativos no Campus Aquidauana do IFMS	110
6.1.2.1.	Problema da “Onda Periódica”	110
6.1.2.2.	Problema do “Apito” no IFMS	140
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	156
7.1.	Aulas por meio do LAFIS: sugestões aos professores	161
7.2.	Desdobramentos possíveis da pesquisa	163
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
	ANEXOS	174

1. INTRODUÇÃO

1.1. Histórico e Motivação Pessoal

Em geral, toda pesquisa tem as suas motivações científicas, pessoais, econômicas, dentre outras. Um dos aspectos determinantes para o pesquisador, em seu trabalho, de acordo com a teoria de Vygotsky, são as influências sociais e, conseqüentemente, seu histórico de vida. Nesse sentido, apresentarei, ainda que de forma breve, alguns acontecimentos que considero importantes em minha formação pessoal, pois estes justificam, direta ou indiretamente, o meu interesse pela realização da pesquisa aqui apresentada.

Desde criança sempre me interessei por fenômenos naturais e por descobrir como as coisas funcionam. Quando tinha cinco anos de idade desmontei uma bicicleta, apenas para “conhecê-la” melhor, entender o seu funcionamento. Não soube montá-la novamente, mas hoje penso no quanto a liberdade que tive para investigar aquela “máquina” foi importante para me motivar a continuar gostando e estudando as Ciências e suas Tecnologias.

Aos oito anos de idade promovi um curto-circuito na casa recém-construída. Dois fios desencapados me chamaram a atenção e quis saber o que aconteceria se eles se tocassem. Antes, porém, encostei em cada um deles e percebi que não levei choque (por Deus eu não estava descalço). Algo me dizia que eu não deveria encostar nos dois fios ao mesmo tempo. Pensei então: “mas se não levei choque, será que vai acontecer alguma coisa se encostar um no outro?”. **Calor!!!** Foi meu primeiro contato com o Efeito Joule. Quantas concepções espontâneas tem uma criança, quanto elas são importantes para despertar a curiosidade e a motivação para descobrir os fatos científicos, mas, também, a que grande perigo está sujeita uma pessoa desprovida de conhecimentos científicos sobre eletricidade, só para citar um exemplo.

Continuando a narrativa dos meus “experimentos” de eletricidade, aos doze anos, eu queria a todo custo “puxar” um raio na casa de meu avô. Na minha cabeça, se uma haste de ferro tivesse alguns ímãs em sua ponta, eu acreditava que, certamente, o raio seria atraído. Também, sem nem saber por que, coloquei a haste sobre o muro e a liguei à terra utilizando um fio metálico. A chuva estava chegando, meu avô dizia “cuidado... e se isso aí puxar um raio mesmo?”. Teimeei e esperei o resultado experimental. De repente, um raio caiu a uma quadra da casa, foi um estrondo! Saí correndo gritando: “funcionou, funcionou” - e meu avô me dando corda: “está vendo, não falei que era perigoso!”. Anos depois ele me revelou que estava mesmo

era preocupado, pois eu poderia cair do muro, que era bem alto. Mas, com sabedoria, ele não me privou da experiência científica, ainda que espontânea e muito perigosa.

Mas meu sonho mesmo era fazer um helicóptero com os motores daqueles carrinhos do Paraguai que eu desmontava... Adorava brincar com aqueles motores e lâmpadas. Não consegui construir o tão sonhado helicóptero usando apenas as concepções espontâneas que tinha naquele momento. Faltaram conhecimentos científicos básicos a respeito de torque e aerodinâmica. Frustrava-me a cada tentativa, mas passava horas fascinado com a possibilidade de conseguir chegar àqueles objetivos.

Aos 13 anos de idade, no ano de 1998, conheci o computador por intermédio de um amigo, que também gostava de aviões. Apesar de ter enfrentado muitas dificuldades, ele investiu no seu sonho e, atualmente, é piloto da aviação civil. Naquela época, a internet era discada, de 56 Kbps (no máximo), e estava em processo de implantação aqui em Campo Grande. Eu ainda não tinha computador (esse sonho demorou quatro anos para se concretizar), mas utilizava o laboratório de informática da escola. Por uns dois meses fiquei viciado no mIRC¹, o programa de bate-papo utilizado na época. Já que ainda não existiam redes sociais, essa era a diversão dos internautas, especialmente dos adolescentes. Mas estava ficando entediado de utilizar o computador apenas para bater papo e comecei a explorar mais a internet.

Certa vez, navegando na *Web*, por acaso abri um site, que se tornou marcante em minha vida, e tinha como título algo do tipo: “como construir sua página na internet usando HTML²”. Achei aquilo fantástico, pois naquela época, em 1999, na minha concepção, construir um site seria algo extremamente complexo, especializado e até mesmo inacessível ao usuário comum. Comecei, então, a estudar a linguagem e a produzir sites em HTML (usando, a princípio, o bloco de notas). Inicialmente desenvolvi sites de assuntos que me interessavam: o primeiro, a respeito de aviões de caça, com muitas fotos, depois outro a respeito de humor, com piadas e GIF³ animadas (atualmente menos utilizadas devido à evolução de outras tecnologias de animação para a *Web*).

¹ O mIRC é um cliente de IRC (*Internet Relay Chat client*). Foi desenvolvido em 1995 com a finalidade principal de ser um programa de *chat* utilizando o protocolo IRC, possibilitando a conversação em tempo real de milhões de pessoas de diferentes partes do mundo (MIRC, 2011).

² Abreviação da expressão inglesa *High Text Markape Language*, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto, o HTML é uma linguagem de marcação para produzir páginas na *Web*. Documentos HTML podem ser interpretados por navegadores (HTML, 2015).

³ GIF é uma abreviatura para *Graphics Interchange Format*, que pode ser traduzida como "formato para intercâmbio de gráficos". É um formato de imagem de mapa de bits muito usado na *Web*, tanto para imagens fixas, quanto para animações (GRAPHICS, 2012).

Nessa época, quando eu cursava o Ensino Médio, formamos um grupo de quatro pessoas que criávamos sites. Outra diversão nossa era descobrir a senha do colega e invadir o site um do outro e, se possível, o computador também, usando o mIRC (para descobrir o IP) e o *NetBus*⁴, um trojan da época que permitia o acesso remoto ao computador a ser invadido, desde que este tivesse um arquivo de ligação (uma espécie de vírus). Brincadeira de adolescentes vislumbrados com as tecnologias recém-criadas.

Certa vez, um amigo da família, sabendo que eu gostava de trabalhar com computadores, me ofereceu a oportunidade para criar um *site* para uma empresa de contabilidade. Ele me incentivou também a fazer um curso de manutenção de computadores no SENAC (Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial), pois também seríamos responsáveis pela assistência técnica da empresa. A partir dessa experiência percebi que poderia ter uma profissão. Dois meses depois ele precisou sair da empresa, por motivos pessoais, mas aquela iniciativa me abriu uma série de possibilidades, pois continuei desenvolvendo *sites* para mais algumas empresas. Até que, para desenvolver o *site* de um escritório de arquitetura, senti a necessidade de aprender uma linguagem de programação com suporte a banco de dados. Na época tive acesso ao *ASP* (*Active Server Pages*), que significa “páginas ativas no servidor”.

Esse trabalho foi a minha iniciação no uso dessa linguagem. Embora não concluído, ele impulsionou minha aprendizagem do *ASP*, que é a linguagem utilizada para o desenvolvimento do ambiente virtual desta pesquisa de doutorado. Também pratiquei o *ASP* por um ano ao desenvolver o site da escola, enquanto cursava o terceiro ano do Ensino Médio.

Nesse período, tive também contato com um aplicativo de animações para *Web*, que na época revolucionou a forma de criar sites: o *Macromedia Flash*, atual *Adobe Flash*⁵. Utilizando o *Flash*, fiz alguns sites comerciais e simulações de fenômenos físicos. Atualmente, o *Flash* tem sido menos utilizado com o advento de outras tecnologias, como o *HTML 5*, além do fato de que a *Apple* não oferece mais atualizações para essa tecnologia em seus sistemas operacionais. Mesmo assim, pela praticidade e relativa facilidade de uso, muitas simulações e animações para o ensino de Ciências ainda são feitas com essa tecnologia.

⁴ O *NetBus* é uma ferramenta de administração remota com interface simples e de fácil utilização. Tem funções como abrir e fechar drive de *CD*, iniciar algum programa, controlar o mouse, entre outras. O indivíduo que controla remotamente a máquina infectada pode fazer *download*, abrir programas, deletar arquivos e até mesmo formatar partições (NETBUS, 2013).

⁵ O *Adobe Flash* é um *software* de gráfico vetorial, com suporte a *bitmaps* e vídeos, geralmente utilizado para criação de animações interativas que podem ser rodadas em navegadores *Web*, *desktops*, celulares, *smartphones*, *tablets* e televisores (ADOBE, 2014).

Nessa época eu estava em dúvida se faria um curso superior na área de informática, engenharia ou Física. Eu realmente gostei muito do curso de manutenção de computadores, mas fazer sites era muito desgastante (ao menos para mim, naquela época, ainda com 16 anos); dessa forma, fui me sentindo desmotivado a fazer um curso na área de computação/informática. Além disso, na minha cabeça de adolescente, eu não queria uma profissão na qual teria de ficar a vida toda em frente ao computador. Parece jocoso dizer isso, porque o computador se tornou uma ferramenta essencial para tantas profissões que às vezes os pesquisadores ficam mais à frente do computador do que de qualquer outro equipamento ou em um laboratório, por exemplo.

Na minha turma do pré-vestibular havia um colega que também queria fazer Física, o que me motivou também, pois vi que seria uma oportunidade para realizar meu maior sonho de criança: ser cientista.

Na época, eu nem conhecia a distinção entre Licenciatura e Bacharelado, mas nada é por acaso. Passei para a Licenciatura e não quis fazer o vestibular para o Bacharelado. Na graduação, fiz, também, iniciação científica em uma área que fica na interface entre a Física e a Química - a Eletroquímica. Gostei muito de trabalhar em laboratório e fiz o Mestrado na mesma área, com o mesmo orientador, uma continuidade do trabalho desenvolvido na IC (Iniciação Científica).

Ao término do Mestrado minha esposa estava grávida. Eu lecionava em algumas escolas estaduais e particulares e queria iniciar um curso de Doutorado em Campo Grande. Considerando minhas expectativas e experiências positivas com o uso das tecnologias em sala de aula, bem como os conselhos do Professor Paulo Ricardo da Silva Rosa, ainda na época da graduação, que sempre nos falava da necessidade do desenvolvimento de *softwares* pedagogicamente estruturados para o ensino e aprendizagem de Física, procurei a professora Shirley Takeco Gobara, sugerindo, inicialmente, a criação de um aplicativo para o ensino de eletricidade. Fiquei muito feliz com a boa vontade que ela demonstrou em me aceitar como orientando e até já me apresentar algumas ideias para o desenvolvimento da pesquisa. Foi o ponto de partida para a construção deste projeto.

Enfim, minha experiência profissional na área de informática foi o fator determinante para a proposta e o desenvolvimento desta pesquisa. No momento em que tive o primeiro encontro com a minha orientadora, a única ideia que eu tinha era algum *software* ou ambiente virtual para o ensino de Física, a partir das tecnologias de desenvolvimento que eu conhecia: *HTML*, *ASP* e *Flash*.

No intuito de apresentar uma visão geral, nesta introdução, do nosso objeto de pesquisa e os resultados obtidos, abordaremos, a seguir, sobre os principais desafios da educação básica brasileira, dando destaque às dificuldades atualmente enfrentadas pelos professores de Física.

1.2. O Desafio de Lecionar Física e a Educação Básica Brasileira

Sabemos que a Física é uma disciplina escolar pouco atraente para a maioria dos estudantes. Há pouco mais de dez anos atrás, Rosa e Rosa (2004) apontaram algumas causas como as responsáveis pelo baixo índice no desempenho dos alunos e pelo fato de eles não gostarem de estudar Física. Mais recentemente, alguns autores como Alves e Pinto (2011), Costa (2013) e Moreira (2013) confirmaram essas causas, apontando que, mesmo passado esse tempo, o quadro se mantém: elevada quantidade de estudantes por turma, falta de professores habilitados para ministrar a disciplina, carência de equipamentos e atividades práticas/experimentais, professores sem domínio do conteúdo, dificuldades metodológicas e didáticas e, principalmente, a forma como o professor concebe o processo de ensino-aprendizagem da Física, que, muitas vezes, simplesmente considera-se um transmissor de informações.

Em uma conferência realizada no ano retrasado, Moreira (2013) ressaltou os motivos pelos quais a Física na educação básica está em crise: falta e/ou despreparo de professores, más condições de trabalho, reduzido número de aulas semanais por turma, progressiva perda da identidade no currículo, além do fato de que o ensino de Física na educação contemporânea estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados.

No mesmo ano, Costa (2013) apresentou dados interessantes a respeito dos desafios do ensino médio brasileiro, e mostrou que o número de professores sem habilitação na disciplina que lecionam é ainda muito elevado, na escola média. O autor enfatizou que o caso do ensino de Física é o mais preocupante, uma vez que 74,8% dos professores dessa disciplina não são habilitados. Esses índices também se mostram elevados em relação a outras disciplinas de Ciências e Matemática, chegando a 61,8%, no caso da Química, 44,1% na Biologia e 41,7% em Matemática.

Existem ainda outros desafios, já relatados anteriormente por Pereira e Aguiar (2006), como: a falta de infraestrutura em muitas escolas para oferecer ambiente adequado às aulas práticas de ciências, a carência de oportunidades para treinamento de professores, a dificuldade que algumas escolas possuem de acesso e manutenção de novas tecnologias para a educação,

entre outros. A ausência de laboratórios de Ciências é constatada em 51,7% das escolas brasileiras que oferecem a última etapa da educação básica e 10,7% delas não possuem laboratório de informática (COSTA, 2013).

Toda essa problemática relacionada ao desafio de lecionar Física faz parte de um problema maior, que compreende os desafios da Educação Básica brasileira, em especial do Ensino Médio. Para se ter uma ideia, no que diz respeito, por exemplo, à universalização do acesso à escola média brasileira, entre 1991 e 2000 o número de estudantes brasileiros matriculados no Ensino Médio subiu de 3.772.698 para 8.192.948. Tal expansão verificada na década de 1990 se acomodou na década de 2000, tanto é que em 2010 o número de estudantes matriculados no Ensino Médio chegou a 8.357.675, sendo que aproximadamente 1,8 milhão de jovens com idade apropriada para frequentar o ensino médio estavam fora da escola. Portanto, trazer esses jovens para a escola é um dos desafios da União, dos Estados e do Distrito Federal para a escola média brasileira (COSTA, 2013). Dados mais recentes do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) mostram que o número de estudantes brasileiros matriculados no Ensino Médio em 2013 foi de 8.312.815, uma pequena diminuição comparada ao número de matrículas em 2010 (INSTITUTO..., 2014).

Outro grande desafio da última fase da educação básica diz respeito ao rendimento dos estudantes em sala de aula. Somente em 2010, as taxas de reprovação e abandono das escolas estaduais somadas chegaram a 25,1%. Diretamente relacionadas a esse indicador encontram-se as taxas de distorção idade-série no Ensino Médio que, em 2010⁶, chegaram a 38,3% na esfera estadual. Isto significa dizer que, em 2010, 2,9 milhões de estudantes com 18 anos ou mais ainda estavam matriculados na escola média. Além disso, os dados do Censo Escolar de 2013 (INSTITUTO..., 2014) mostram a necessidade de oportunizar que cerca de dois milhões de adolescentes, com idade adequada ao ensino médio (15 a 17 anos), concluam o ensino fundamental e ingressem na escola média. Ainda com relação ao Censo Escolar de 2013, a taxa de reprovação ou abandono do Ensino Médio apresentou queda considerável, comparativamente aos índices de 2010, chegando a 20% dos estudantes regularmente matriculados, o que representa um total de 1.636.905 estudantes (TAXAS..., 2015).

Com relação ao trabalho docente, Alves e Pinto (2011) destacam, ainda, dois desafios que influenciam diretamente na atratividade da carreira docente e na qualidade da educação básica: a oferta de uma remuneração adequada ao professor, que recebe praticamente metade dos rendimentos recebidos por profissionais com nível de formação equivalente, além da

⁶ Não foram localizados dados mais atuais no portal do INEP.

estruturação de uma jornada de trabalho que contemple hora de trabalho extraclasse a ser cumprida na escola, uma vez que parte das redes de ensino não considera, tampouco remunera as atividades realizadas fora da sala de aula, pelos professores, em sua jornada de trabalho.

Atualmente, um professor com graduação em nível superior no Brasil recebe, em média, 51,7% do salário de outro profissional com a mesma formação (CRUZ; MONTEIRO, 2014). Um levantamento realizado no início deste ano por Capuchinho (2015) mostra também que ainda existem estados⁷ brasileiros que não cumprem a Lei do Piso.

Paralelamente, as pesquisas relacionadas ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o ensino vêm se intensificando com a popularização do computador e da *internet* no Brasil, especialmente a partir da década de 1990. O computador e a *internet* popularizaram-se a tal ponto que estão presentes na maioria das escolas do país, como indica pesquisa realizada em 400 escolas públicas de 13 capitais brasileiras, pela Fundação Victor Civita, em parceria com o Ibope Inteligência e a LSI-TEC (BRASIL, 2009). Verificou-se que 98% das instituições de ensino dessas capitais têm computador e 83% têm acesso à internet com conexão de banda larga. No entanto, ainda são poucas as escolas nas quais os equipamentos são utilizados, de forma eficiente, para a melhoria da aprendizagem. Entre os 800 professores gestores entrevistados (diretores e vice-diretores), 72% disseram que foram pouco ou nada preparados durante a sua formação para utilizar o computador como ferramenta pedagógica.

Em uma pesquisa mais recente (BRASIL, 2014), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), contou-se que quase metade (49,5%) das casas brasileiras já possuíam computador, no ano de 2013, sendo que 43,1% das residências brasileiras contavam com acesso à Internet. É importante ressaltar que, garantir o acesso dos estudantes e professores ao computador e à *internet* não resolve o problema do uso das TIC na educação, no entanto a maior possibilidade de acesso a essas tecnologias configura-se como um fator favorável para o uso das mesmas em sala de aula.

Podemos destacar alguns benefícios do uso das TIC, em especial para o ensino de Física. Ao explicar algum conceito físico utilizando os mais variados recursos da informática (animações, simulações, imagens, vídeos ou até mesmo levando os alunos para acessarem *web sites* de Física no laboratório de informática), de modo geral, os estudantes demonstram maior interesse pela aula, participam mais (muitas vezes tornando possível até identificar algumas de suas concepções espontâneas) e, desse modo, a aula pode ficar mais prazerosa e instrutiva. Arantes, Miranda e Studart (2010) destacam, também, que as simulações podem auxiliar o

⁷ Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rondônia.

professor a realizar demonstrações em aulas expositivas, facilitando a visualização de conceitos abstratos como fótons, elétrons, linhas de campo, dentre outros.

Outro ponto a ser considerado é que o uso de gestos pelos professores para a interpretação de imagens em movimento não tem sido suficientemente eficaz. Esses gestos podem até parecer claros para aqueles que conhecem bem o fenômeno em questão, mas para outros que não possuem esse conhecimento, podem ser incompreensíveis. Quanto aos desenhos no quadro, além de tomar muito tempo da aula, não é um recurso de fácil execução, principalmente se o quadro-negro e o giz (ou quadro-branco e canetão) disponíveis nas escolas não forem de boa qualidade, como acontece em diversas instituições de ensino (Medeiros e Medeiros, 2002).

Portanto, as simulações computacionais e outros recursos das TIC podem auxiliar os professores a superarem essas dificuldades. Inúmeros são os materiais de ensino de Física disponíveis na *internet*, como *softwares*, hipertextos, vídeos e animações. No entanto, muitas propostas de uso das TIC não são utilizadas em sala de aula porque os professores ainda apresentam dificuldades em relação ao uso dessas tecnologias (GREGIO, 2005; ALVARENGA, 2011). De uma forma geral, esses materiais não foram necessariamente desenvolvidos para serem utilizados como recursos instrucionais e, portanto, em muitos desses trabalhos não há a preocupação dos autores em adotar um referencial teórico para orientar e discutir a aplicação desse material em sala de aula (ARAUJO; VEIT, 2004). Soma-se a isso, conforme destacado por Arantes, Miranda e Studart (2010) na época em que iniciamos esse projeto, infelizmente haviam poucas equipes no Brasil dedicadas à criação de objetos de aprendizagem para o Ensino de Física.

Diante dessa problemática, e motivados pela familiaridade com que os estudantes, nativos digitais, usam as TIC, sentimos a necessidade de desenvolver um ambiente virtual de ensino-aprendizagem (AVEA) para o ensino de física, que explorasse as ferramentas usuais de interação virtual, porém alicerçado em um referencial teórico de aprendizagem, tanto para a concepção e desenvolvimento desse ambiente, quanto para análise das aulas realizadas a fim de avaliá-lo como um meio favorável à aprendizagem colaborativa.

A escolha do AVEA como ferramenta tecnológica deve-se à facilidade que esses ambientes possuem de incorporar ferramentas colaborativas e multimídias da *web*, tais como *chats*, ferramentas de envio de arquivos, simulações, vídeos, imagens, dentre outros. Além disso, os AVEA têm grande acessibilidade e interoperabilidade, isto é, podem ser acessados a partir de qualquer sistema operacional, tanto de computadores quanto de *smartphones* e *tablets*.

Tal qual Mazzardo (2005), denominamos o ambiente que desenvolvemos como um AVEA, e não apenas AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem), pois as atividades realizadas nesse ambiente dependem do planejamento, implantação, acompanhamento e avaliação das ações didáticas do professor. É importante ressaltar que o ambiente foi desenvolvido com o intuito de permitir que o professor acompanhe as interações dos estudantes e, a partir destas, realize as mediações necessárias para promover o processo de aprendizagem.

Portanto, o objetivo da pesquisa que aqui relatamos foi investigar a ocorrência da aprendizagem colaborativa mediada por um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem (AVEA) denominado Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física (LAFIS). Para tanto, realizamos um estudo investigativo do processo de aprendizagem de conceitos físicos com estudantes do Ensino Médio de duas escolas públicas localizadas no município de Aquidauana, no estado de Mato Grosso do Sul. Esses estudantes foram solicitados a resolverem problemas que exigiam, necessariamente, a troca de informações entre eles por meio do AVEA.

Estabelecemos as seguintes questões de investigação para verificar o objetivo proposto: o AVEA colaborativo LAFIS, que desenvolvemos com base na teoria de Vygotsky, favorece a interação e a aprendizagem dos estudantes? Essa aprendizagem é potencializada quando há uma relação de interdependência na interação entre os estudantes para a resolução de determinados problemas cadastrados nesse ambiente? Quais abordagens comunicativas e padrões de interação dos estudantes entre si e entre estes e o professor favorecem a interação e a aprendizagem colaborativa? Como atuar na Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes por meio do AVEA desenvolvido?

Sabemos que a resolução de problemas em Ciências da Natureza e Matemática é essencial para o desenvolvimento, nos estudantes, de habilidades essenciais para a prática científica, especialmente para o desenvolvimento de habilidades voltadas ao raciocínio lógico matemático, à reflexão e à tomada de decisões. No entanto, é muito comum os professores dessas áreas relatarem as dificuldades que seus estudantes possuem para resolverem problemas de forma autônoma.

Souza, Bastos e Angotti (2008), em um trabalho no qual propõem a resolução de problemas de Física mediada por um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, questionam os procedimentos habituais de resolução de problemas, em especial no que diz respeito à passividade discente e à falta de interação dialógica. Buscando romper com tais práticas,

procuramos privilegiar de forma inovadora⁸ a interação entre os alunos; por isso, acreditamos que o LAFIS mostra-se como um recurso didático de grande potencial para o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que agregamos tecnologias e técnicas já existentes, tais como o ambiente virtual, o *chat* e a resolução de problemas, em uma proposta diferenciada de interação, na qual há uma relação de interdependência entre os estudantes, ou seja, eles só conseguem solucionar o problema proposto no ambiente se, necessariamente, interagirem entre si.

Nossa tese, portanto, é que o AVEA que desenvolvemos, denominado LAFIS, pode potencializar a aprendizagem dos estudantes quando há uma relação de interdependência na interação entre os estudantes para a resolução de problemas cadastrados nesse ambiente. Acreditamos que a relação de interdependência promovida pelo ambiente virtual pode favorecer a interação entre os estudantes, interação esta que poderá se converter em processos colaborativos de aprendizagem.

A aplicação do LAFIS nas escolas foi realizada para verificarmos a sua validade como uma ferramenta de ensino e aprendizagem. Procuramos identificar as potencialidades do uso desse ambiente e eventuais dificuldades enfrentadas pelos estudantes por meio da análise das interações entre estes, o computador e o professor tendo como base a teoria de Vygotsky. Nos experimentos formativos⁹, portanto, avaliamos o uso dessa ferramenta em sala de aula e procuramos analisar em que medida as argumentações, as interações verbais e virtuais em classe e a coerência das ações em sala de aula devem ser conduzidas no uso dessa tecnologia para favorecer a aprendizagem de conceitos físicos.

Em 2010, na época de elaboração deste projeto de pesquisa, optamos por realizar a nossa investigação concentrando-a no tema “física ondulatória” e, mais especificamente, “ondas sonoras”. Nosso Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências, o GINPEC, já vinha pesquisando o ensino desses conceitos físicos. Além desses conteúdos se relacionarem a diversos fenômenos naturais e do dia-a-dia dos estudantes, levantamentos preliminares do Grupo, feitos por Gobara et. al. (2007) e Jardim, Errobidart e Gobara (2008), revelaram a falta de materiais didáticos de apoio ao professor para ensinar esse conhecimento. Mais

⁸ Como apontam Santos, Fazion e Meroe (2011), existem diversas definições para o conceito de inovação. Em todo caso, é primordial distingui-la da invenção, que é a criação de algo ainda inexistente. A inovação pode ser associada a uma invenção (inovação radical), ou apenas a uma melhoria (inovação incremental), e é essencial para o desenvolvimento de uma nação.

⁹ Experimento formativo é o método de estudo empírico da psicologia histórico-cultural proposta por Vygotsky. Consiste em uma intervenção experimental no processo de desenvolvimento com o intuito de facilitar o surgimento de certos resultados de desenvolvimento. O experimento formativo, portanto, é aquele que conduz o indivíduo à aprendizagem. Montamos um ambiente de aprendizagem com a intenção de que o mesmo se constitua como um experimento formativo.

recentemente, Errobidart et. al. (2013) constataram, inclusive, que os conteúdos a respeito de ondas não são ministrados nas escolas públicas de Ensino Básico de Campo Grande / MS, razões pelas quais escolhemos trabalhar com esse conteúdo.

Apresentamos, no capítulo que se segue, intitulado **Referencial Teórico de Aprendizagem**, as principais ideias de Vygotsky e como os pesquisadores vêm se apropriando de sua concepção teórica para o ensino de Física com o uso das TIC.

Em seguida, no capítulo **Contexto de Investigação**, detalhamos os momentos da pesquisa, a dinâmica de funcionamento do LAFIS, bem como as limitações e potencialidades da ferramenta de *chat* desse do ambiente virtual desenvolvido.

No capítulo denominado **Metodologia**, descrevemos como idealizamos e construímos o LAFIS. Caracterizamos as escolas e os sujeitos participantes da pesquisa, bem como os procedimentos de investigação a campo. Apresentamos, também, os preceitos da análise microgenética e o referencial metodológico que utilizamos para analisar as interações discursivas nas aulas com o LAFIS.

Nos capítulos de **Resultados e Análises**, apresentamos a análise dos resultados obtidos à luz do referencial teórico de aprendizagem e do referencial metodológico da pesquisa. No final desse capítulo, apresentamos a nossa tese, embasada pelos resultados obtidos.

As **Considerações Finais** registram uma síntese de nossa pesquisa, bem como sugestões aos professores para a condução de suas aulas por meio do LAFIS. Apresentamos, ainda, possíveis desdobramentos futuros para a continuidade da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO DE APRENDIZAGEM

Esta proposta apoia-se nas ideias de Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934), um dos teóricos da aprendizagem que tem se destacado no cenário educacional brasileiro desde a década de 1990. Vygotsky nasceu na Rússia e em 1917 formou-se em Direito na Universidade de Moscou. Durante o período da graduação ele também cursou História e Filosofia na Universidade de Shanyavskii, o que contribuiu para os seus estudos de Psicologia, Filosofia e Literatura (WERTSCH, 1985).

Vygotsky viveu em uma época de grande entusiasmo social e político, um período marcado pela Revolução Russa de 1917. Ele e seus seguidores dedicaram boa parte de suas vidas trabalhando pelo sucesso do novo estado socialista, a primeira grande experiência baseada nos princípios Marxista-Leninistas. Considerando esse contexto fica mais fácil compreender a escolha metodológica de Vygotsky, que desenvolveu uma psicologia sustentada no método materialista histórico dialético, proposto por Marx.

Com base na abordagem materialista dialética de análise da história humana, Vygotsky acreditava que o desenvolvimento psicológico dos homens é parte do desenvolvimento histórico geral de nossa espécie. A partir dessa premissa, esse teórico propôs uma nova metodologia para a experimentação psicológica.

Segundo Engels, o naturalismo na análise histórica manifesta-se pela suposição de que somente a natureza afeta os seres humanos e de que somente as condições naturais são os determinantes do desenvolvimento histórico. A abordagem dialética, admitindo a influência da natureza sobre o homem, afirma que o homem, por sua vez, age sobre a natureza e cria, através das mudanças provocadas por ele na natureza, novas condições naturais para sua existência. Essa posição representa o elemento-chave de nossa abordagem do estudo e interpretação das funções psicológicas superiores do homem e serve como base dos novos métodos de experimentação e análise que defendemos. (VYGOTSKY, 2007, p. 62).

Esses pressupostos básicos sustentam a tese fundamental de Vygotsky, em especial a de que a aprendizagem e o desenvolvimento do homem são influenciados pelo contexto sociocultural em que vivem. Nesse sentido, na concepção de Vygotsky, a escola tem um papel fundamental porque contribui para o desenvolvimento mental dos estudantes e para que estes se apropriem de conceitos científicos. Por esse motivo, é essencial que o professor saiba como acontece o processo de aquisição do conhecimento pelo aluno.

Para estudar o processo de formação de conceitos, Vygotsky buscou responder às seguintes questões: “O que acontece na mente da criança com os conceitos científicos que lhe

são ensinados na escola? Qual é a relação entre a assimilação da informação e o desenvolvimento interno de um conceito científico na consciência da criança?”. (VYGOTSKY, 2008, p. 103).

O autor procurou distinguir e relacionar os chamados **conceitos espontâneos** e os **conceitos científicos** (ou não espontâneos) para apreender a dinâmica do processo de formação de conceitos.

Os **conceitos espontâneos** abrangem as ideias das crianças a respeito da realidade, desenvolvidas mediante seus próprios esforços mentais, a partir das suas experiências do dia-a-dia em suas relações sociais. Trata-se, portanto, de conceitos que se situam no nível de desenvolvimento concreto da criança. Ao entrar para a escola a criança já tem conhecimentos espontâneos prévios; por meio das interações proporcionadas na sala de aula e do convívio escolar ela vai adquirir os conhecimentos científicos.

Os **conceitos científicos** têm origem abstrata, pois partem de generalizações da realidade. Trata-se de conceitos formais, geralmente elaborados, por exemplo, nas comunidades científicas e educacionais. Esses conceitos são decisivamente influenciados pelos adultos.

Quando a criança começa o processo de alfabetização, por exemplo, ela já tem muitas informações adquiridas no convívio e interações sociais e já teve diversos contatos com a escrita. Dessa forma, ela chega na escola com um conhecimento espontâneo, não sistematizado, aprendido na vida cotidiana. Ao trazer regras e formalizações, o professor estará apresentando sistematizações que levam a criança a organizar formas de pensamento, transformando aquilo que era cotidiano, e contribuindo para que ela supere ou amplie esse conhecimento previamente adquirido. Processo semelhante acontece com a aritmética, pois a criança, ao iniciar seu processo de escolarização, já tem um conhecimento aritmético advindo do contato com os números, mesmo antes de aprendê-los de maneira mais sistematizada:

[...] a criança começa a estudar aritmética, mas já muito antes de ir à escola adquiriu determinada experiência referente à quantidade, encontrou já várias operações de divisão e adição, complexas e simples; portanto, a criança teve uma pré-escola de aritmética, e o psicólogo que ignora este fato está cego. (VIGOTSKII, 2010, p. 109).

Assim, ao ensinar os conceitos científicos ao estudante, o professor não pode ignorar esses conhecimentos cotidianos prévios que ele já tem, pois os processos de desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos estão internamente interligados de forma mais profunda, o que significa dizer que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos na criança deve atingir um certo nível para que ela possa assimilar os conceitos científicos correlacionados.

Esse processo é dialético: é necessário partir do conceito espontâneo para acontecer o desenvolvimento de um conceito científico. Entretanto, ressaltamos que o desenvolvimento dos conceitos científicos também influencia os conceitos espontâneos. Um exemplo interessante é o da linguagem. A criança, quando chega para a escola, já sabe falar, constrói frases, etc., mas ainda não conhece as regras para formar essas frases. Ao aprendê-las, com base em formalizações científicas das quais elas advêm, essa criança vai adequar a sua forma de falar. Quando a criança adquire conhecimento de como falar corretamente, ela modifica a sua forma de falar.

Deste modo, Vygotsky observou que o desenvolvimento desses dois tipos de conceitos se dá em direções diferentes, pois os mesmos têm gênese distinta. A Figura 1 mostra esquematicamente a relação de desenvolvimento entre esses dois tipos de conceitos:



Figura 1 - Esquema da direção de crescimento dos conceitos científicos e cotidianos para Vygotsky. Fonte: Rosa (2010, p. 119).

Enquanto os conceitos espontâneos são formados fora da escola, os conceitos científicos são internalizados dentro da escola, o que também explica a natureza distinta desses conceitos. Assim, como os conceitos científicos partem da abstração, é necessária a **mediação** por parte dos conceitos espontâneos para que haja a internalização de um conceito abstrato (Vygotsky, 2007).

A mediação é outro conceito-chave na teoria de Vygotsky. As funções psicológicas elementares como, por exemplo, os reflexos e a atenção involuntária, são funções que já nascem com o indivíduo e que são reguladas por processos biológicos. Essas funções pressupõem uma relação direta à situação problema que se apresenta ao organismo, isto é, uma relação de estímulo-resposta (S-R). No entanto, as interações do sujeito no meio social proporcionam o surgimento das funções psicológicas superiores, que são mediadas por elementos externos à

relação sujeito-objeto; logo, o processo simples de estímulo-resposta é substituído por um ato complexo mediado S-X-R, em que “X” representa o elemento mediador entre o estímulo e a resposta. Vygotsky classificou dois tipos de elementos mediadores na cultura humana: os instrumentos e os signos. Os instrumentos são mediadores da relação entre o indivíduo e o mundo das ações concretas. Em nossa pesquisa, por exemplo, o ambiente virtual de aprendizagem que desenvolvemos é o instrumento mediador da relação entre os estudantes e os conceitos que desejamos que estes aprendam. Já os signos são representações psicológicas construídas coletivamente ao longo da história humana, como por exemplo a linguagem, a escrita e o sistema numérico (VYGOTSKY, 2007). Esse autor destacou que o signo tem a importante característica de ação reversa, ou seja, age sobre o indivíduo e não sobre o ambiente:

[...] na medida em que esse estímulo auxiliar possui a função específica de ação reversa, ele confere à operação psicológica formas qualitativamente novas e superiores, permitindo aos seres humanos, com o auxílio de estímulos extrínsecos, controlar o seu próprio comportamento. O uso de signos conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura. (VYGOTSKY, 2007, p. 34).

Relacionada à questão da formação de conceitos, uma das principais implicações educacionais da teoria de Vygotsky (2007) é que a colaboração dos estudantes entre si ou entre eles e o professor é essencial para o desenvolvimento de habilidades e estratégias que são fundamentais para a solução de problemas. Mais especificamente, no que diz respeito ao trabalho de intermediação do professor, esse teórico ressaltou que a aprendizagem é potencializada quando se atua na chamada Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP) do aprendiz.

Para definir o conceito de ZDP, Vygotsky partiu da crítica aos métodos de determinação da idade mental vigentes na época, nos quais os testes individuais realizados avaliavam apenas o que as crianças conseguiam resolver por si mesmas. A esse nível de desenvolvimento, que compreende os problemas que a criança consegue resolver sozinha, sem auxílio, Vygotsky (2007) denominou Nível de Desenvolvimento Real (NDR). O Nível de Desenvolvimento Real, portanto, caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, pois corresponde às funções psíquicas¹⁰ já desenvolvidas. Assim,

¹⁰ As funções psíquicas compreendem as funções intelectuais que podem ser desenvolvidas pelo indivíduo em suas diferentes etapas de desenvolvimento, como por exemplo: a linguagem, a memória, a atenção, a lógica, as operações numéricas, os conceitos, a diferenciação, a associação, a imaginação, a reflexão, a vontade, etc. (DELARI JR., 2011).

[...] o meio para a sua definição são os testes, ou seja, os problemas que a criança deve resolver sozinha. Através deles ficamos sabendo do que a criança dispõe e o que ela sabe no dia de hoje, uma vez que só se dá atenção aos problemas que ela resolve sozinha: é evidente que com esse método podemos estabelecer apenas o que a criança já amadureceu para o dia de hoje. Definimos apenas o nível do seu desenvolvimento atual. (VIGOTSKI, 2009, p. 326).

As técnicas de testes psicológicos existentes na época de Vygotsky eram demasiadamente concentradas nas realizações intrapsicológicas do indivíduo e, portanto, não conseguiam prever o desenvolvimento futuro (WERTSCH, 1985). No entanto, se uma criança consegue resolver determinado problema a partir do fornecimento de pistas ou de alguma outra forma de auxílio, aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, compreendem a Zona de Desenvolvimento Próximo. Portanto, a Zona de Desenvolvimento Próximo é determinada pela solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros que já desenvolveram tais habilidades.

A ZDP, portanto, é um nível de desenvolvimento no qual o estudante consegue resolver determinados problemas apenas quando há o auxílio de outra pessoa. Mais adiante, uma vez que os conceitos associados à resolução desse problema sejam internalizados pelo sujeito, ele conseguirá resolvê-lo independentemente desse auxílio. Nesse caso, aconteceu uma evolução no nível de desenvolvimento real do aprendiz, o que, para Vygotsky (2007), evidencia que a aprendizagem precede e alavanca o desenvolvimento, pois aquilo que é a Zona de Desenvolvimento Próximo hoje será o Nível de Desenvolvimento Real amanhã. Consequentemente, o que uma criança pode fazer com assistência de alguém, hoje, certamente ela será capaz de fazer sozinha, amanhã, caso o seu desenvolvimento siga o curso normal.

A partir do conceito de ZDP, Vygotsky destacou que a atuação do professor não deve limitar-se ao NDR, pois tal prática não promove o desenvolvimento do aprendiz:

[...] em crianças normais¹¹, o aprendizado orientado para os níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. Ele não se dirige para um novo estágio do processo de desenvolvimento, mas, em vez disso, vai a reboque desse processo. (VYGOTSKY, 2007, p. 102).

Portanto, na concepção de aprendizagem e desenvolvimento associada ao conceito de ZDP, o bom aprendizado é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento. Por isso:

¹¹ Com o termo “crianças normais” Vygotsky reportava-se àquelas crianças que não possuem deficiências físicas e/ou mentais que dificultassem o processo de aprendizagem comparativamente às outras crianças de mesma faixa etária e/ou nível de desenvolvimento.

[...] a zona de desenvolvimento próximo pode [...] tornar-se um conceito poderoso nas pesquisas do desenvolvimento, conceito este que pode aumentar de forma acentuada a eficiência e a utilidade da aplicação de métodos diagnósticos do desenvolvimento mental a problemas educacionais. (VYGOTSKY, 2007, p. 99).

Outro aspecto interessante, relacionado à ZDP, é o papel da imitação. Para a psicologia clássica da época de Vygotsky somente a atividade independente da criança – e não sua atividade imitativa – era um indicativo de seu nível de desenvolvimento. Por esse motivo o desenvolvimento mental das crianças era avaliado apenas pelas soluções de problemas que estas conseguiam realizar sem assistência de outras pessoas, sem demonstração e sem o fornecimento de pistas. Pensava-se na imitação e no aprendizado como processos meramente mecânicos, isto é, acreditava-se que a imitação não poderia alavancar processos de aprendizagem e desenvolvimento (VYGOTSKY, 2007).

Contrapondo essa ideia, Vygotsky (2007) afirmou que a compreensão do conceito de zona de desenvolvimento próximo deve levar à reavaliação do papel da imitação no aprendizado, uma vez que uma pessoa só consegue imitar o que está no seu nível de desenvolvimento.

Portanto, na concepção de Vygotsky, a aprendizagem orientada para a ZDP do sujeito impulsiona o **desenvolvimento** de suas funções psicológicas superiores, em um processo de internalização mediado pelos signos e instrumentos da cultura, principalmente a linguagem. Esse processo de internalização depende do auxílio de alguém mais experiente, em um movimento de **interação** que parte das relações interpessoais, externas ao indivíduo, para as relações intrapessoais, isto é, reguladas pela própria consciência do sujeito.

Cabe ressaltar aqui que a aprendizagem que estamos interessados em promover no ambiente virtual de aprendizagem desenvolvido na pesquisa é do tipo **colaborativa**. Isto significa que tanto as interações dos estudantes entre si quanto entre eles e o professor devem ter como fim a aprendizagem do colega que está sendo assistido, em um processo de partilha de significados e conceitos, de auxílio mútuo, e não apenas de troca de informações e/ou instruções específicas. Nesse sentido, a devolutiva do estudante que recebe auxílio é de grande relevância para avaliarmos se houve ou não um processo colaborativo de aprendizagem.

No primeiro item deste capítulo, vimos os conceitos propostos por Vygotsky que se relacionam mais diretamente com nosso objeto de pesquisa: o processo de formação de conceitos, a mediação (signos e instrumentos), o Nível de Desenvolvimento Real e a Zona de

Desenvolvimento Próximo, a imitação, a internalização e a relação entre aprendizagem e desenvolvimento. Apresentaremos, agora, no segundo item do capítulo, nosso levantamento a respeito de como esse aporte teórico vem sendo utilizado nas pesquisas a respeito do Ensino de Física mediado pelas TIC. Essa revisão de literatura também teve por objetivo explorar a originalidade de nossa pesquisa.

2.1. Uso das TIC para o Ensino de Física na Perspectiva Histórico-Cultural

Dada a nossa escolha pelo uso das ideias de Vygotsky, como referencial para o desenvolvimento do ambiente de aprendizagem colaborativo, buscamos, inicialmente, averiguar como os pesquisadores vêm propondo o uso das TIC para o ensino de Física com base nas ideias de Vygotsky. Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2014) fizeram um levantamento a respeito do Ensino de Ciências mediado pelas TIC com o objetivo de identificar quais são os principais quadros teóricos dos artigos que vêm sendo produzidos nessa temática. Esses pesquisadores analisaram a produção científica de periódicos internacionais relacionados ao ensino de ciências e às tecnologias educativas. Mais especificamente, utilizaram as bases de dados *Social Sciences Citation Index (SSCI)* e *Education Resources Information Center (ERIC)*. Dos 109 artigos que encontraram, 32 foram categorizados como abordagens cognitivistas, isto é, que articulam teorias de ensino e aprendizagem ao uso das TIC com foco nos processos mentais para aprendizagem de Ciências. Dentre esses artigos, oito foram agrupados na subcategoria “construtivismo social e teoria sociocultural” e quatro trabalhos na subcategoria “efeitos do trabalho colaborativo”. As referências bibliográficas desses artigos não foram apresentadas pelos autores.

Em nosso levantamento fizemos uma revisão de literatura em dissertações e teses brasileiras, bem como em periódicos nacionais e internacionais disponibilizados no Portal de Periódicos da Capes. As dissertações e teses foram selecionadas a partir de pesquisa realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), para o que se utilizaram os descritores: “Ensino de Física Vygotsky”, “Ensino de Física Vigotski”, “Ensino de Física Vygotsky”, “Ensino de Física Vygotski” e “Ensino de Física Tecnologias de Informação e Comunicação”.

As revistas brasileiras foram selecionadas no Portal de Periódicos da CAPES utilizando como critérios as três temáticas que se relacionam ao nosso objeto de estudo: “Ensino de Física”, “Ensino de Ciências” e “Tecnologias Educacionais”. Como o nosso interesse está

voltado para o uso das TIC como recursos auxiliares ao ensino e à aprendizagem, buscamos por trabalhos publicados após 1990, uma vez que, a partir dessa época, intensificou-se o processo de popularização do computador e da *internet* no Brasil. Para selecionar os artigos procuramos, inicialmente, identificar nos títulos e resumos palavras ou expressões relacionadas ao tema de interesse. Nos casos em que não foi possível realizar essa identificação consultamos o texto na íntegra.

As revistas internacionais também foram selecionadas pelo Portal de Periódicos da CAPES. Para tanto, utilizamos as palavras-chave “*Physics Teaching*”, “*Physics Education*”, “*Science Teaching*” e “*Science Education*”. Dentre os resultados encontrados, selecionamos as revistas que de fato se relacionam à nossa temática de investigação. Selecionamos os artigos, em cada uma dessas revistas, utilizando as ferramentas de busca disponíveis com as palavras-chave “Vygotsky”, “collaborative”, “ICT”, “Physics”, “Vygotsky virtual physics” e “Vygotsky Physics”. As edições das revistas foram consultadas na íntegra nos casos em que os sistemas de buscas dos periódicos não retornaram resultados. Dentre os trabalhos encontrados, procuramos identificar nos títulos as palavras ou expressões relacionadas ao ensino de Física mediado pelas TIC e com base na Teoria de Vygotsky. Nos artigos em que não foi possível realizar essa identificação, os resumos e/ou textos completos foram consultados.

Apresentamos, aqui, os resultados dessa revisão de textos científicos, destacando quais foram as TIC mais estudadas nesses trabalhos e se, neles, os autores fornecem orientações sobre o modo de emprego dessas tecnologias, pelos professores, em sala de aula. Procedemos, também, a uma análise mais acurada de alguns trabalhos que mais se relacionam com o nosso projeto de pesquisa, isto é, que propõem atividades colaborativas mediante a interação virtual entre os estudantes e entre eles e o professor. A Tabela 1 apresenta as referências, títulos e fontes de publicação dos 47 trabalhos encontrados nesse levantamento.

Tabela 1 - Trabalhos que utilizam TIC para o Ensino de Física e que declararam ter utilizado a teoria de Vygotsky. As referências estão ordenadas pelo ano de publicação e ordem alfabética, respectivamente.

Referência	Título	Publicação/Periódico
FIOLHAIS e TRINDADE (2003)	Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das Ciências Físicas	Revista Brasileira de Ensino de Física
REZENDE et. al. (2003)	Integrando o espaço virtual de aprendizagem “EVA” à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de Física no ensino médio	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
CLEBSCH (2004)	Realidade ou ficção? A análise de desenhos animados e filmes motivando a Física na sala de aula	Dissertação

Referência	Título	Publicação/Periódico
CLEBSCH e MORS (2004)	Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de fluidos	Revista Brasileira de Ensino de Física
COSTA (2004)	Apropriação tecnológica e ensino: as tecnologias de informação e comunicação e o ensino de Física para pessoas com deficiência visual	Tese
GRIFFIN E CARTER (2004)	<i>Technology as a Tool: Applying an Instructional Model to Teach Middle School Students to Use Technology as a Mediator of Learning</i>	<i>Journal of Science Education and Technology</i>
MARTÍNEZ (2004)	<i>Elaboración de un libro electrónico de Física para las carreras de ingeniería</i>	Informática na Educação: teoria & prática
ARAUJO (2005)	Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de Física Geral	Tese
FIGUEIRA (2005)	Atividades na aquisição de dados no laboratório de Física em cursos de tecnologia	Dissertação
GIORDAN (2005)	O computador na educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização	Revista Ciência e Educação
SCHMITT (2005)	O uso da astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no Ensino Médio	Dissertação
SILVA (2005)	Uma experiência didática de inserção do microcomputador como instrumento de medida no laboratório de Física do Ensino Médio	Dissertação
STENSMANN (2005)	A Utilização de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação como Instrumento Potencializador visando proporcionar uma aprendizagem mais Significativa em Física de Fluidos	Dissertação
SIAS (2006)	A aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física térmica do Ensino Médio	Dissertação
SIAS E TEIXEIRA (2006a)	Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no Ensino Médio	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
SIAS E TEIXEIRA (2006b)	Aquisição automática de dados e animações no estudo da transmissão do calor	Revista Novas Tecnologias na Educação
SILVA et. al. (2006)	Cautela ao usar imagens em aulas de ciências	Revista Ciência e Educação
ZHANG, LIU E KRAJCIK (2006)	<i>Expert Models and Modeling Processes Associated with a Computer-Modeling Tool</i>	<i>Science Education</i>
BATISTELLA (2007)	Atividades de Ótica exploradas no Ensino Médio através de reflexões epistemológicas com o emprego do V de Gowin	Dissertação
CENNE (2007)	Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de física térmica	Dissertação
KRUSBERG (2007)	<i>Emerging Technologies in Physics Education</i>	<i>Journal of science education and technology</i>
SILVA e GOBARA (2007)	LEDVI, Ambiente virtual interativo mediado a distância	Revista Novas Tecnologias na Educação
UHR (2007)	O Sistema Solar – Um Programa de Astronomia para o Ensino Médio	Dissertação
WERLANG (2007)	O uso de novas tecnologias no ensino de física dos fluidos aplicado em escolas técnicas	Dissertação
MAI (2008)	Utilizando um forno de microondas e um disco rígido de computador como laboratório de Física	Dissertação
MULLER, SHARMA E REIMANN (2008)	<i>Raising Cognitive Load with Linear Multimedia to Promote Conceptual Change</i>	<i>Science Education</i>

Referência	Título	Publicação/Periódico
NETO (2008)	A Física Moderna no processo de formação de técnicos na área de Radiologia Médica	Dissertação
REIS e LINHARES (2008)	Integrando o espaço virtual de aprendizagem “EVA” à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de Física no ensino médio	Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências
SANTOS (2008)	Wikificando a História da Física: a Web 2.0 na construção colaborativa de conhecimento no Ensino	Revista Novas Tecnologias na Educação
SPOHR (2008)	O tema da supercondutividade no Nível Médio: desenvolvimento de material hiperímia fundamentado em epistemologias contemporâneas	Dissertação
STEFFENS (2008)	Um olhar sobre medidas em Física	Dissertação
WERLANG, SCHNEIDER e SILVEIRA (2008)	Uma experiência de ensino de Física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica	Revista Brasileira de Ensino de Física
MOREIRA e PONTELO (2009)	Níveis de engajamento em uma atividade prática de Física com aquisição automática de dados	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
MORINI (2009)	Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan: ondas mecânicas no ensino médio	Dissertação
CALLONI (2010)	A física dos movimentos analisada a partir de vídeos do cotidiano do aluno: uma proposta para a oitava série	Dissertação
PARNAFES (2010)	<i>When Simple Harmonic Motion is not That Simple: Managing Epistemological Complexity by Using Computer-based Representations</i>	<i>Journal of Science Education and Technology</i>
PESSANHA (2010)	Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental à distância	Revista Brasileira de Ensino de Física
ROSA (2000)	O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de Ciências	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
SOARES e BORGES (2010)	O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados	Revista Brasileira de Ensino de Física
BARROQUEIRO e AMARAL (2011)	O uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no processo de ensino-aprendizagem dos alunos nativos digitais nas aulas de Física e Matemática	Revista de Ensino de Ciências e Matemática
BRUSCATTO (2011)	O ensino de Física através das atividades práticas realizadas na instalação, operação e manutenção de uma estação radioamadora	Dissertação
PASQUALETTO (2011)	Ensino de Física no 9º ano: uma proposta metodológica com projetos desenvolvidos a partir de situações-problema	Dissertação
REZENDE e TRINDADE (2011)	Jogos de linguagem e mudança discursiva na interação compartilhada de estudantes com sistema hiperímia	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
SADAGHIANI (2011)	<i>Using multimedia learning modules in a hybrid-online course in electricity and magnetism</i>	<i>Physical Review Special Topics - Physics Education Research</i>
SEVERO et. al. (2011)	Mediação Pedagógica em Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem Através de Agentes de Mineração de Dados Educacionais	Informática na Educação: teoria & prática
SILVA (2011)	LEDVI, Laboratório Educativo Virtual Interativo: Análise de uma atividade de Hidrostática.	Dissertação
CHINI et al. (2012)	<i>Exploration of factors that affect the comparative effectiveness of physical and virtual manipulatives in an undergraduate laboratory</i>	<i>Physical Review Special Topics - Physics Education Research</i>

A Tabela 2 mostra a quantidade de trabalhos encontrados em cada fonte de divulgação.

Tabela 2 – Fontes das pesquisas que utilizam TIC para o ensino de Física com base na teoria de Vygotsky, ordenadas, respectivamente, pela quantidade de publicações e ordem alfabética.

Fonte	Quantidade	%
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) ¹²	21	44,7
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)	5	10,6
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)	3	6,5
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	3	6,5
Revista Novas Tecnologias Na Educação (Renote)	3	6,5
<i>Physical Review Special Topics. Physics Education Research</i>	2	4,2
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2	4,2
Revista Ciência & Educação	2	4,2
Revista Informática na Educação - Teoria e Prática	2	4,2
<i>Science Education</i>	2	4,2
Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)	1	2,1
Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências	1	2,1
<i>Annual Review of Education, Communication and Language Sciences</i>	0	-
<i>Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching</i>	0	-
<i>Education Sciences</i>	0	-
<i>Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education</i>	0	-
<i>European Journal of Physics Education</i>	0	-
<i>Information and Communication Technology in Educational Sciences</i>	0	-
<i>International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education</i>	0	-
<i>International Journal of Educational Sciences</i>	0	-
<i>International Journal of Science and Mathematics Education</i>	0	-
<i>Latin American Journal of Physics Education</i>	0	-
<i>Research in Science Education</i>	0	-
<i>Review of Science, Mathematics and ICT Education</i>	0	-
Revista Brasileira de informática na educação (RBIE)	0	-
Revista de Tecnologias e Mídias na Educação (RETEME)	0	-
Revista Educação e Tecnologia (Revedutec)	0	-
Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)	0	-
Revista Tecnologias na Educação	0	-
<i>Science Education International</i>	0	-
<i>Science & Education</i>	0	-
<i>The Electronic Journal of Science Education</i>	0	-
<i>Themes in Science and Technology Education</i>	0	-
TOTAL	47	100

É interessante notar que entre as publicações encontradas em periódicos, 18 artigos (69,2%) foram publicados em revistas de ensino de Física ou Ciências, e apenas oito em periódicos da área de Informática Educativa, conforme podemos ver na Tabela 3.

¹² Desses 21 trabalhos encontrados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, 19 correspondem a dissertações de mestrado e dois são teses de doutorado.

Tabela 3 - Temáticas das revistas nas quais os artigos foram publicados.

Temática da revista	Quantidade	%
Ensino de Física	10	38,4
Ensino de Ciências e Matemática	8	30,8
Tecnologias e Informática na Educação	8	30,8
TOTAL	26	100

Partimos do pressuposto que a preferência dos pesquisadores em publicar seus trabalhos em revistas de ensino de Física e Ciências deve-se ao fato de que os leitores que buscam trabalhos relacionados ao ensino de Física, em geral, acessam mais essas revistas específicas, em lugar das que são voltadas à área de informática e tecnologias na educação, que apresentam artigos com temáticas para um público mais abrangente.

Procuramos agrupar em categorias as TIC mais estudadas em cada um desses trabalhos, e as registramos na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4 - TIC mais estudadas em cada trabalho.

TIC mais estudadas	Quantidade	%
Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)	14	29,8
Aquisição automática e manipulação de dados	10	21,3
Simulações/Animações	8	17,0
Diversas (artigos de revisão ou investigação)	4	8,5
Vídeos	4	8,5
Experimentos com peças de computadores	2	4,3
Modelagem	2	4,3
<i>Softwares</i> para deficientes visuais	1	2,1
Editor de texto	1	2,1
Imagens	1	2,1
TOTAL	47	100

Esses dados demonstram que a maioria dos pesquisadores que sugerem a teoria de Vygotsky como base teórica de aprendizagem para o ensino de Física associado ao uso das TIC direciona os seus trabalhos para o desenvolvimento e pesquisa de AVA. Dentre os 47 trabalhos encontrados, 14 utilizaram como tecnologia os ambientes virtuais de aprendizagem, sendo que, em sete¹³ dessas pesquisas, os autores propõem o uso de ambientes virtuais de aprendizagem para dar suporte às simulações, animações, vídeos, figuras e textos.

¹³ Neto (2008), Batistella (2007), Morini (2009), Uhr (2007), Spohr (2008), Werlang (2007) e Cenne (2007).

Já a utilização de recursos colaborativos como *chat* e fóruns apareceu em sete¹⁴ desses trabalhos, o que pode ser justificado pelo fato de que a teoria de Vygotsky considera a interação uma condição *sine qua non* à aprendizagem (MELLO; GOBARA, 2013c). Nos trabalhos cujo foco de interesse é a colaboração por meio de AVA, a interação proporcionada pelas TIC entre os estudantes e entre eles e o professor apresentou-se como fator primordial para o favorecimento da aprendizagem.

Veremos, agora, as contribuições desses trabalhos que utilizaram recursos virtuais colaborativos, uma vez que essas propostas relacionam-se mais diretamente com nosso objeto de estudo. Apresentaremos, inicialmente, os trabalhos relacionados ao desenvolvimento de *softwares* e *hardwares* e, em seguida, as pesquisas associadas aos ambientes virtuais de aprendizagem.

Krusberg (2007) avaliou o potencial de três ferramentas tecnológicas desenvolvidas para o Ensino de Física: (1) as ferramentas MBL (*Microcomputer-Based Laboratory*), um conjunto de softwares e hardwares que facilitam a coleta e apresentação de dados em experimentos de laboratório; (2) O *Andes Intelligent Tutoring System (ITS)*, uma tecnologia de inteligência artificial para a tutoria do ensino de Física. Esse sistema pode ser instalado no computador ou simplesmente rodar pelo navegador *Web*. O objetivo do *Andes* é desenvolver nos estudantes os conhecimentos processuais para resolução de problemas de Física. Assim, quando o estudante progride na resolução de um problema, o aplicativo concorda com a etapa desenvolvida. No entanto, se o estudante erra, o *Andes* apresenta sugestões ou comentários, e retém esse aluno naquela etapa até que ele a solucione; (3) O *Physlet Physics*, uma coleção de *Applets Java*¹⁵ que permite, ao estudante, visualizar e interagir com fenômenos relacionados a conceitos físicos abstratos e de alta complexidade. As animações desse *software* fornecem visualizações de múltiplas representações de um fenômeno físico específico, como simulações, gráficos, diagramas e tabelas. Os botões de controle do *Applet* permitem que os estudantes iniciem, parem ou avancem lentamente as animações/simulações. O *mouse* pode ser usado para ler as coordenadas em escala, bem como para arrastar e soltar objetos nas simulações. Do ponto de vista teórico e metodológico, os *Applets* do *Physlet Physics* foram estruturados com dicas e

¹⁴ Silva e Gobara (2007), Silva (2011), Rezende et al. (2003), Reis e Linhares (2008), Severo et al. (2011), Stensmann (2005) e Santos (2008).

¹⁵ Applets Java são aplicativos desenvolvidos na linguagem de programação orientada a objetos denominada Java (<http://www.java.com>). Os Applets Java são muito versáteis, pois podem rodar em qualquer navegador e/ou sistema operacional. Essa tecnologia tem recursos que permitem uma maior interatividade do usuário, tanto que diversas simulações para o Ensino de Física são desenvolvidas com essa tecnologia, como por exemplo o PhET (<http://phet.colorado.edu>).

estratégias orientadoras para o desenvolvimento das atividades, bem como com roteiros direcionados para a aprendizagem colaborativa.

Sias e Teixeira (2006b) utilizaram as TIC não apenas como recursos instrucionais, mas também para a aquisição automática de dados. Esses autores desenvolveram um material hipermídia a respeito das formas de transmissão do calor, contendo algumas animações e um teste interativo desenvolvidos em *Flash MX*¹⁶. Prepararam, ainda, uma atividade experimental de Física térmica, na qual os estudantes efetuavam medidas, em tempo real, de grandezas físicas como temperatura e intensidade luminosa. Esses dados podiam ser transmitidos para computadores por meio de *softwares* apropriados e, assim, eram analisados com planilhas eletrônicas. Tendo como base a teoria de Vygotsky, o trabalho dos estudantes aconteceu sempre em grupos, fato que, segundo os autores, favoreceu a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo dos alunos, pois as discussões surgidas nos grupos, tanto no trabalho com o hipertexto como na realização do experimento, teriam sido muito ricas. Os autores destacaram também que, na atividade experimental, cada grupo realizou uma coleta de dados com materiais diferentes e, em função disso, os estudantes teriam manifestado grande expectativa em compartilhar os resultados com os outros colegas.

Pessanha, Cozendey e Souza (2010) também criaram condições bem interessantes para o trabalho colaborativo. Desenvolveram uma ferramenta composta por um conjunto interativo de *softwares* e *hardwares* que permite o controle e a aquisição automática de dados de experimentos, à distância, por meio da *internet*. Com base na teoria de Vygotsky, os autores agregaram ao *software* a possibilidade de os estudantes interagirem entre si e com o professor, de modo que os trabalhos pudessem ser realizados em grupos. Nos testes preliminares, o sistema mostrou-se eficiente no controle e no acompanhamento do procedimento. Os autores afirmaram que o uso dessa ferramenta em sala de aula permitirá avaliar a dinâmica de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes.

Rezende et al. (2003) desenvolveram um ambiente virtual denominado *InterAge* para viabilizar a formação continuada a distância de professores de Física de Nível Médio. Com base nos preceitos de Vygotsky, para o qual “todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos” (VYGOTSKY, 2007, p. 58), esse ambiente foi projetado com uma ferramenta de comunicação (uma espécie de mural de recados), que possibilita a interação entre os participantes. Nesse trabalho, os autores apenas apresentaram o desenho instrucional

¹⁶ O *Flash MX* é um *software* que foi lançado pela Macromedia (<http://www.macromedia.com>) em março de 2002 e que apresenta inúmeros recursos de desenho e animação. É largamente utilizado pela sua facilidade de uso e compatibilidade com a maioria dos navegadores *Web*.

do ambiente, ficando como objeto de estudos posteriores a análise da evolução do conhecimento profissional dos professores a partir da utilização do *InterAge*. Embora não seja uma proposta elaborada especificamente para os estudantes do Ensino Médio, acreditamos que realizar esse tipo de atividade com os futuros professores de Física pode contribuir para que estes se familiarizem com as ferramentas pedagógicas viabilizadas pelas TIC.

Um exemplo semelhante de aplicação dos ambientes virtuais de aprendizagem para a formação de professores é o trabalho de Reis e Linhares (2008). Com base na importância que Vygotsky atribuiu à interação para a ocorrência da aprendizagem e do desenvolvimento, esses autores fizeram uma experiência de utilizar um ambiente virtual de aprendizagem como apoio às aulas presenciais da disciplina “Estratégias para o Ensino de Física”, em um curso de Licenciatura em Física. Catorze estudantes do sexto período participaram da pesquisa respondendo à pergunta: **o que você compreende por Currículo?** Essa questão fazia parte de uma situação real da disciplina, na qual os estudantes tinham por objetivo reformular o currículo de Física de uma escola. A evolução dos conceitos dos estudantes foi avaliada após sucessivas postagens no AVA, sendo que, antes de cada nova postagem, os estudantes faziam novas leituras e eram realizadas discussões em sala de aula com base nas postagens já realizadas pelo grupo. Os autores consideraram o ambiente virtual de aprendizagem eficaz e funcional, na medida em que a ferramenta de comunicação assíncrona permitiu que o professor respondesse a cada estudante individualmente, já que questões complexas exigiam respostas mais elaboradas.

Santos (2008) também relatou uma experiência de aprendizagem colaborativa com acadêmicos de Física mediante o uso das ferramentas Wikipédia e Wikilivro. O trabalho foi realizado com estudantes da disciplina “História e Epistemologia da Física” de um curso de Licenciatura Plena em Física. A ideia, nesse trabalho, foi desafiar os estudantes a produzirem materiais novos em relação aos já existentes na enciclopédia virtual, pois na compreensão do autor, para a Teoria de Vygotsky, tanto o trabalho na Wikipédia quanto no Wikilivro estavam atuando na Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes, dada a necessidade de intervenção de colegas mais experientes ou do próprio professor da disciplina para o desenvolvimento dos novos materiais.

Freire et al. (2013) investigaram como os estudantes utilizam a *Wiki*¹⁷ como ferramenta assíncrona para solução de problemas de Ciências. Embora os autores não tenham usado a teoria

¹⁷ O termo *Wiki*, cuja tradução literal é “veloz”, diz respeito a ferramentas para criação colaborativa de documentos. Os ambientes virtuais *Moodle*, por exemplo, costumam ter a *Wiki* como uma de suas ferramentas. Assim, os estudantes podem criar colaborativamente documentos em hipertexto a partir de uma situação-problema.

de Vygotsky como o referencial teórico de aprendizagem, identificamos esse trabalho com a nossa pesquisa, pois esses pesquisadores também propuseram uma forma colaborativa para a resolução de problemas mediados por ambientes virtuais de aprendizagem. O estudo foi realizado em uma turma de oitava série nas aulas de Física e Química de uma escola pública portuguesa. Os 20 sujeitos participantes da pesquisa foram organizados em seis grupos. Dois desses grupos não conseguiram resolver o problema proposto, que era a respeito de reações entre ácidos e bases. Um dado importante a ser considerado é que houve pouca interação nesses dois grupos e em um grupo que chegou à solução do problema. Os autores destacam que o professor quase não interagiu virtualmente nas *Wikis* desses estudantes, tendo realizado apenas uma mediação no grupo que resolveu o problema. Já nos três grupos que obtiveram sucesso na resolução aconteceram diversas interações, tanto dos estudantes entre si, quanto entre estes e o professor. Assim, com relação à atuação do professor nessa atividade colaborativa, os autores fazem duas recomendações voltadas à promoção do envolvimento dos estudantes: a primeira é a intervenção docente, estimulando a participação inicial de todos os estudantes, propondo pequenas tarefas e levantando questões específicas; a outra sugestão é mostrar aos estudantes os aspectos positivos da exposição pública, já que os estudantes de um dos grupos que não resolveram o problema optaram por não partilhar suas ideias. Nas entrevistas realizadas após a atividade, esses sujeitos revelaram que não estavam confiantes de suas respostas e tinham medo de fracassar. Assim, como estavam sendo gravados e avaliados por todos (os outros grupos podiam visualizar a *Wiki* dos colegas), não postaram suas respostas no ambiente.

Severo et al. (2011) apresentaram uma proposta de mediação pedagógica em ambientes virtuais de aprendizagem a partir de agentes de mineração de dados educacionais. Nesse trabalho, os autores adotaram a teoria de Vygotsky para o embasamento epistemológico da pesquisa, que trata basicamente da mediação da aprendizagem. A pesquisa destinou-se à elaboração de um *software* para o mapeamento das interações dos estudantes no ambiente virtual. De acordo com as interações, conforme o nível de desenvolvimento dos alunos, estes foram classificados em categorias de mediação. A partir disso, o agente faz sugestões de estratégias pedagógicas ao professor para o desenvolvimento de suas atividades de mediação. Nesse trabalho, em especial, foram realizados quatro experimentos com quatro algoritmos diferentes com o objetivo de identificar o código mais eficiente para a finalidade do que propunham. Segundo os autores, a etapa posterior do trabalho trata de um estudo piloto para determinar “o grau de precisão do processo de captura de indícios de mediação através da identificação dos níveis de regulação da aprendizagem dos alunos envolvidos” (SEVERO et

al., 2011, p. 78), sendo que as interações analisadas pelo *software* terão sido provenientes de um curso anteriormente realizado.

Stensmann (2005) propôs o uso de um ambiente virtual de aprendizagem a distância como complemento às aulas presenciais de Física na escola. O trabalho foi realizado com duas turmas da segunda série do ensino médio, em Porto Alegre – RS. Para tanto, a autora utilizou o ambiente de ensino a distância TelEduc¹⁸ e elaborou um material instrucional em *HTML* com textos, experiências, perguntas, problemas e animações, organizado em seis módulos a respeito dos conceitos de mecânica dos fluidos. Essa proposta buscou aporte teórico nos trabalhos de Ausubel e Vygotsky. A escolha da teoria de Vygotsky deu-se mais especificamente pela proposição desse teórico de que a apropriação do conhecimento não acontece sem interação social. Assim, no decorrer da pesquisa, Stensmann (2005) procurou organizar as atividades em duplas, no intento de favorecer a interação social entre os estudantes. A teoria de Vygotsky também foi utilizada para o desenvolvimento do material instrucional, com base na ideia de que a aprendizagem depende da troca de significados entre os sujeitos, especialmente pelos signos linguísticos, simbólicos e icônicos. Segundo a autora, o uso do ambiente facilitou identificar os conhecimentos prévios dos estudantes a partir das publicações nos fóruns. Tais postagens foram utilizadas para iniciar as discussões em sala a respeito dos conceitos de mecânica dos fluidos. Com isso, houve um aumento na interatividade dos alunos com o professor e vice-versa, “[...] pois eles identificavam suas colocações intervindo de forma construtiva através de questionamentos e exemplos do seu dia-a-dia.” (STENSMANN, 2005, p. 122). Assim, a participação efetiva dos alunos no processo de aprendizagem teria sido favorecida, principalmente, por meio das listas de discussão promovidas nos fóruns.

Em sua dissertação de mestrado, Silva (2011) desenvolveu um AVEA colaborativo que simula dois laboratórios para o ensino de conceitos de hidrostática. O ambiente está disponível gratuitamente no endereço eletrônico <http://www.edy.pro.br/proj-ledvi>. O principal aspecto da teoria de Vygotsky explorado nesse trabalho é que o potencial para o desenvolvimento cognitivo de um aprendiz está associado à Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP). Assim, para ocorrência da aprendizagem, é fundamental que haja a interação desse estudante com alguém que já domine aquele conteúdo que está sendo estudado, isto é, com uma pessoa na qual tais conceitos e habilidades já façam parte de seu Nível de Desenvolvimento Real (NDR). Por esse motivo, cada estudante é alocado em um laboratório virtual que tem elementos comuns

¹⁸ O TelEduc é um ambiente de ensino à distância desenvolvido pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

como balança, calculadora e dinamômetro. O mais interessante é que alguns elementos como água, um “líquido verde desconhecido” e um objeto metálico constam em apenas um dos dois laboratórios, fato que leva os aprendizes, obrigatoriamente, a interagirem entre si para encontrar a solução do problema.

Silva (2011) verificou que essa proposta de atividade, que exige necessariamente uma interação virtual entre os estudantes, mostrou-se interessante pela possibilidade de os professores verificarem as dificuldades de cada aprendiz, uma vez que as interações são gravadas em um banco de dados. Além disso, “[...] As análises qualitativas das informações registradas no LEDVI apontaram que a forma como ele foi desenvolvido e implementado favorece a interação colaborativa através do ambiente virtual e também fora do ambiente”. (SILVA, 2011, p. 70). Inicialmente, as interações que se estabeleceram entre os estudantes foram por imposição da atividade proposta, porém, o autor observa que, à medida que os estudantes interagiam, foi possível identificar o nível de desenvolvimento dos alunos, dando, assim, condições para o professor mediar os grupos de modo a impulsionar a aprendizagem.

O trabalho de Own (2006), direcionado para o Ensino de Química, utiliza preceitos teóricos dos estudos de Vygotsky a respeito da atuação do professor na Zona de Desenvolvimento Próximo. Esse autor desenvolveu um ambiente virtual de aprendizagem adaptativa para o conteúdo de reações de oxidação e redução e aplicou esse ambiente a estudantes da Universidade Providence, em Taiwan. Aplicativos e ambientes virtuais de aprendizagem adaptativa levam em consideração a individualidade de cada estudante, pois propõem tarefas compatíveis à familiaridade do aprendiz com o conteúdo. Em um dos grupos formados foi utilizado o conceito conhecido como “aprendizagem por andaimes”, ou “*scaffolding learning*”. Segundo Griffin e Carter (2004), o termo “andaimes” descreve o processo de assistência por parte dos sujeitos mais experientes. Trata-se de um processo complexo, pois em sua ação didática o professor deve manter um controle entre dar e reter assistência. Pouca assistência pode levar o estudante à frustração e ao fracasso; porém, um excesso de assistência remove a tarefa do aluno. Portanto, a ideia fundamental da aprendizagem por andaimes é que o professor preste uma assistência significativa no início da tarefa, reduzindo-a gradativamente de acordo com o desenvolvimento do estudante. Ao final do processo espera-se que a responsabilidade da tarefa fique inteiramente para os alunos, de modo a que estes a realizem de forma independente.

A relação desse conceito com a teoria de Vygotsky diz respeito ao conceito de ZDP, portanto, à assistência que deve ser fornecida ao estudante quando este ainda não consegue

solucionar um determinado problema sozinho. Vygotsky afirmou que aquilo que o estudante consegue resolver, hoje, auxiliado por alguém, amanhã ele será capaz de resolver sozinho, desde que o seu desenvolvimento siga seu curso natural. Portanto, quando um estudante consegue resolver um problema recebendo auxílio, seja por meio de pistas ou da resolução de parte do problema por uma pessoa mais experiente, suas funções psicológicas superiores são acionadas e, conseqüentemente, ao aprender, o sujeito passa por um processo de desenvolvimento.

Como podemos perceber pelos trabalhos apresentados anteriormente, o referencial teórico de aprendizagem em pesquisas que envolvem as TIC na educação é fundamental tanto para o desenvolvimento da proposta em relação ao processo de aprendizagem subjacente como também ao sugerir o embasamento necessário à elaboração de orientações de apoio à prática do professor para o uso dessas tecnologias em sala de aula. Considerando-se que o uso das TIC pelos professores ainda é um problema a ser enfrentado, pois não existem garantias de que eles saberão utilizar esses ambientes virtuais, simulações e ou propostas que sugerem o uso desses recursos multimídia, verificamos, também, se as publicações encontradas apresentam sugestões ao professor sobre como usar as TIC em sala de aula. A Tabela 5 mostra a quantidade de trabalhos, agrupados por fonte, que orientam o professor no uso das TIC em sala de aula.

Tabela 5 - Quantidade de trabalhos, por revista, que orientam como o professor deve utilizar as TIC em sala de aula.

Fonte	Sim	Não	Não se aplica	Total
Dissertações	18	1	-	19
Teses	2	-	-	2
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)	3	-	-	3
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	3	-	-	3
<i>Physical Review Special Topics. Physics Education Research</i>	2	-	-	2
Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)	-	-	1	1
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)	3	1	1	5
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	-	2	-	2
Revista Ciência & Educação	1	-	1	2
Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências	1	-	-	1
Revista Informática na educação - teoria e prática	1	-	1	2
Revista Novas Tecnologias na Educação (Renote)	2	1	-	3
<i>Science Education</i>	2	-	-	2
TOTAL	38	5	4	47

Como evidencia a Tabela 5, cinco trabalhos não apresentam um material de apoio ao professor, isto é, orientações sistematizadas que auxiliem o docente a utilizar pedagogicamente as tecnologias propostas. Embora a maioria dos trabalhos ofereça esse suporte ao professor,

defendemos que todos os artigos que propõem o uso de alguma TIC específica para o ensino devam fornecer esse subsídio, uma espécie de roteiro, que oriente e direcione o trabalho do docente. Os trabalhos destacados na coluna “não se aplica” foram agrupados nessa categoria porque não sugerem o uso de uma determinada TIC em sala de aula, mas sim fazem análises teóricas a respeito do uso dessas tecnologias para o Ensino de Física, por essa razão, nesses casos não haveria necessidade de fornecer tais orientações.

A Tabela 6 mostra o local onde foram realizadas as pesquisas publicadas nas revistas brasileiras.

Tabela 6 – Local de realização das pesquisas publicadas nas revistas brasileiras.

LOCAL	Quantidade	%
RS – Brasil	25	62,5
RJ – Brasil	4	10,0
SC – Brasil	1	2,5
MS – Brasil	3	7,5
SP – Brasil	3	7,5
DF – Brasil	1	2,5
MG – Brasil	1	2,5
Portugal	1	2,5
Cuba	1	2,5
TOTAL	40	100,0

No levantamento realizado, o número de pesquisas relacionadas ao nosso objeto foi consideravelmente maior no Rio Grande do Sul do que nas outras localidades. Observamos também a predominância de algumas regiões do país (seis estados mais o Distrito Federal), sendo que duas pesquisas aconteceram em outros países.

Para fazer um paralelo com os dados obtidos na Tabela 6, buscamos no dia 20/02/2015 informações a respeito da localização dos Grupos de Pesquisa de Ensino de Física no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil¹⁹. Dos 232 grupos de “Ensino de Física” oficialmente cadastrados no Diretório, 40 declaram-se direcionados à aplicação das Tecnologias para o Ensino de Física. Obviamente, nada impede que outros grupos de pesquisa também investiguem essa temática, pois podem não apresentar isso explicitamente em sua denominação. A Tabela 7 mostra a distribuição geográfica desses grupos.

¹⁹ Disponível pelo endereço <http://lattes.cnpq.br/web/dgp>.

Tabela 7 – Grupos de pesquisa brasileiros direcionados ao uso das Tecnologias no Ensino de Física.

Estado	Número de Grupos	%
Bahia	5	12,5
Minas Gerais	5	12,5
Rio de Janeiro	5	12,5
Rio Grande do Sul	5	12,5
São Paulo	5	12,5
Goiás	2	5,0
Pernambuco	2	5,0
Paraná	2	5,0
Ceará	1	2,5
Espírito Santo	1	2,5
Mato Grosso do Sul	1	2,5
Pará	1	2,5
Paraíba	1	2,5
Rio Grande do Norte	1	2,5
Santa Catarina	1	2,5
Sergipe	1	2,5
Tocantins	1	2,5
TOTAL	40	100

Como podemos verificar pela Tabela 7, 17 estados brasileiros possuem, oficialmente, grupos de pesquisa que investigam o uso das tecnologias para o Ensino de Física. Portanto, considerando que nosso levantamento foi realizado dentro de um recorte específico de publicações, é possível que mais trabalhos dentro do domínio aqui investigado possam ter sido publicados em outras localidades do país, haja vista a quantidade de grupos de pesquisa existentes. No entanto, vale lembrar que consideramos apenas trabalhos elaborados dentro da perspectiva histórico-cultural de Vygotsky.

De modo geral, o aspecto que mais se destaca nos trabalhos encontrados em nossa revisão bibliográfica diz respeito à interação no processo de ensino e aprendizagem, especialmente a interação colaborativa no caso dos ambientes virtuais de aprendizagem, aspectos presentes também em nossa proposta.

Procuramos destacar, neste capítulo, os principais conceitos da teoria de Vygotsky que utilizamos para a concepção do LAFIS, o ambiente virtual de aprendizagem que desenvolvemos para a realização desta pesquisa. Esses conceitos deram-nos a sustentação teórica necessária para a análise realizada dos resultados obtidos nas aplicações do LAFIS em sala de aula. Vimos também de que forma os pesquisadores vêm se apropriando desse referencial teórico de aprendizagem nas pesquisas relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Física com o uso das TIC. Quanto à possível originalidade da proposta desse ambiente, dentre as fontes investigadas

e de acordo com os pesquisadores com os quais fizemos contato, em eventos científicos, ao longo dos quatro anos da pesquisa, acreditamos que a nossa proposta se mostra inovadora.

Apresentaremos, no capítulo seguinte, o contexto de nossa investigação, em especial, as características de cada etapa de desenvolvimento da pesquisa, bem como as limitações e potencialidades do *chat* do LAFIS, a principal ferramenta de mediação do ambiente virtual que desenvolvemos.

3. CONTEXTO DE INVESTIGAÇÃO

Nossa pesquisa se constituiu em dois momentos distintos: inicialmente, desenvolvemos um ambiente virtual colaborativo para o ensino e aprendizagem de Física, denominado **LAFIS**, sigla para “Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física”. No segundo momento, avaliamos as condições para que esse instrumento educativo de mediação favorecesse a aprendizagem dos estudantes.

O LAFIS foi projetado para os estudantes interagirem virtualmente entre si e com o professor, mediados pela ferramenta de bate-papo (*chat*) disponível no ambiente. O professor, por sua vez, pode cadastrar problemas, no ambiente, ou utilizar os problemas já disponíveis no Banco de Dados (previamente cadastrados por nós ou até mesmo outros professores).

Selecionado o problema que será resolvido por sua turma, o professor deverá formar grupos de dois ou três estudantes, que terão acesso à atividade e poderão solucioná-la virtualmente. O número de problemas que poderá ser resolvido por uma turma é ilimitado porque o professor poderá incluir novos problemas.

Conforme apontam Feitosa, Lima e Vasconcelos (2013), a ferramenta *chat* possui limitações quanto à linguagem simbólica da Física, isto é, os diálogos podem ser prejudicados pelo fato de equações, potências, frações e outras representações matemáticas não serem escritas na forma correta. Isso pode restringir as expressões de determinados conceitos físicos. Por esse motivo, as equações necessárias à resolução dos problemas no LAFIS foram disponibilizadas na forma de figuras, pelo próprio Ambiente Virtual. Acreditamos que essa questão pode ser solucionada por meio de tecnologias de programação adequadas, já que existe a possibilidade de incorporar ao *chat* do LAFIS ferramentas para o uso de equações. Um exemplo já existente é o *Dragmath* (MOODLE UFSC, 2015), um editor gráfico de equações matemática disponível para o *Moodle*²⁰.

Outra limitação referente ao *chat* relaciona-se à sua interface predominantemente textual, que impossibilita, ao estudante, a elaboração de desenhos, gráficos ou esquemas, muitas vezes essenciais à resolução de determinados problemas de Física. Do ponto de vista tecnológico, essa questão também pode ser resolvida com uma ferramenta auxiliar de edição,

²⁰ O *Moodle*, também conhecido como *AVA-Moodle*, é um software livre, de apoio à aprendizagem, executado em um ambiente virtual. Esse ambiente permite a criação de cursos on-line, páginas de disciplinas, grupos de trabalho e comunidades de aprendizagem. As principais ferramentas de interação no *Moodle* são o *Chat* e o Fórum. Este ambiente destaca-se também por suas ferramentas colaborativas de criação, como a *Wiki* e o *Blog* (MOODLE, 2010).

que também seria útil para registrar, no Banco de Dados do LAFIS, as anotações dos estudantes durante a resolução do problema.

Mesmo com essas limitações do *chat*, investimos nesta ferramenta em virtude das inúmeras potencialidades e vantagens que ele oferece, como, por exemplo, o trabalho colaborativo a distância, as interações síncronas e assíncronas, a formação de grupos para resolução de problemas, a possibilidade de intermediação do professor e até mesmo a desinibição por parte dos estudantes. Além disso, outros recursos foram associados ao *chat* do LAFIS, em especial um sistema de troca de arquivos (imagens, gráficos, esquemas, tabelas, equações, etc.). No caso do LAFIS, o *chat* é o principal instrumento de mediação na relação de interdependência entre os estudantes. Essa relação de interdependência deve-se, justamente, à necessidade de troca de arquivos entre os alunos para que estes possam compreender e solucionar os problemas propostos.

Associada ao aporte teórico-epistemológico adotado, utilizamos uma metodologia de análise específica, denominada por alguns pesquisadores posteriores a Vygotsky de “análise microgenética”. Para análise das interações discursivas entre os estudantes e entre estes e o professor consideramos os aspectos comunicativo e interativo da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002). Sendo assim, apresentaremos, no próximo capítulo, os fundamentos metodológicos que usamos para analisar os experimentos realizadas com o LAFIS.

4. METODOLOGIA

Considerando que nossa pesquisa tem como pressuposto a teoria de Vygotsky e que o método de investigação científica deve estar sempre definido ou determinado pela abordagem teórico-epistemológica adotada, utilizamos a análise microgenética para focalizar o movimento das ações dos estudantes.

Vygotsky estudou diversos domínios genéticos: a filogênese, a história sociocultural, a ontogênese e a microgênese. Segundo Wertsch (1985), o método genético de Vygotsky pode ser resumido em cinco preceitos fundamentais:

1. Os processos mentais humanos devem ser estudados por meio de uma análise genética que examina as origens desses processos e as transições que levam a suas formas posteriores; 2. A gênese dos processos mentais humanos envolve mudanças revolucionárias qualitativas, bem como mudanças evolucionárias; 3. Progressões e transições genéticas são definidas em termos de meios mediacionais (ferramentas e signos); 4. Vários domínios genéticos (filogênese, história sociocultural, ontogênese e microgênese) devem ser examinados a fim de produzir um relato completo e preciso dos processos mentais humanos; 5. Diferentes forças de desenvolvimento, cada uma com seu próprio conjunto de princípios explicativos, operam nos diferentes domínios genéticos. (WERTSCH, 1985, p. 55).

A filogênese diz respeito à evolução da espécie, isto é, à relação entre os animais e seus ancestrais pré-históricos. Vygotsky estudou esse domínio genético por meio de comparações entre macacos superiores e seres humanos. O autor destacou, no entanto, que o processo de desenvolvimento histórico do comportamento humano não coincide com a sua evolução biológica, diferenciando, desse modo, o domínio filogenético da história sociocultural. Diferentemente dos animais, as características da espécie humana também evoluem a partir das realizações sociais e históricas da humanidade. Enquanto o homem aprende com os erros e sucessos de outras pessoas, os animais aprendem apenas com a sua própria geração. (LEONTIEV, 1970 *apud* WERTSCH, 1985, p. 31).

Ainda segundo Wertsch (1985), Vygotsky e seus seguidores concentraram boa parte de seus esforços empíricos e teóricos no estudo do domínio ontogenético, isto é, no desenvolvimento do indivíduo abrangendo diversas faixas etárias (infância, adolescência, fase adulta). Isso se explica por dois motivos: primeiro porque esse domínio pode ser visto sobre sua totalidade, sendo, então, mais “acessível” do que a filogênese e a história sociocultural. Segundo porque esses pesquisadores soviéticos estavam empenhados na construção de uma nova sociedade socialista, o que exigia uma melhor compreensão do desenvolvimento infantil e da educação.

No plano da ontogênese, investigam-se as etapas de desenvolvimento pelas quais o ser humano passa, como engatinhar, andar, falar, ler, escrever, etc. Porém, todo esse processo depende diretamente da influência social e cultural no indivíduo, especialmente da família e das pessoas com as quais o indivíduo mais se relaciona socialmente. Uma vez que o meio social e cultural é resultado de um processo histórico da sociedade, essas relações situam-se no plano da sociogênese, ou história sociocultural. Portanto, a ontogênese e a sociogênese relacionam-se diretamente, daí a tese fundamental de Vygotsky de que o desenvolvimento do comportamento toma forma a partir de três linhas de desenvolvimento: a evolucionária, a histórica e a ontogenética.

Além da filogênese, da história sociocultural e da ontogênese, Vygotsky destacou a importância de se considerar, no estudo dos processos mentais humanos, o domínio genético denominado **microgênese**. Wertsh (1985) identificou nos trabalhos de Vyotsky dois “formatos” para a microgênese. Um deles seria relacionado às transformações, de curtíssima duração, que aconteceriam no trânsito do pensamento à fala. Já o outro formato é caracterizado como uma forma de identificar transições genéticas na passagem do funcionamento intersubjetivo para o intrassubjetivo. É este o formato que interessa à nossa investigação.

Nesse sentido, analisamos os experimentos realizados com os estudantes dando foco à microgênese, pois nesse nível de estudo temos condições de examinar as minúcias que revelam os processos de internalização dos sujeitos, geralmente identificados pela transformação das suas respostas em uma determinada sequência de interações. É também no plano da microgênese que se encontra a individualidade do sujeito.

Na concepção de Góes (2000, p. 9), a metodologia de análise microgenética é:

[...] uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos.

Em relação ao significado dos termos “micro” e “genética”, Góes (2000, p. 15) compreende que:

[...] essa análise não é micro porque se refere à curta duração dos eventos, mas sim por ser orientada para minúcias indiciais – daí resulta a necessidade de recortes num tempo que tende a ser restrito. É genética no sentido de ser histórica, por focalizar o movimento durante processos e relacionar condições passadas e presentes, tentando explorar aquilo que, no presente, está impregnado de projeção futura. É genética, como sociogenética, por buscar

relacionar os eventos singulares com outros planos da cultura, das práticas sociais, dos discursos circulantes, das esferas institucionais.

Assim, procuramos identificar a partir da observação dos episódios interativos, evidências do processo de aprendizagem dos estudantes, pois é na linguagem utilizada pelos alunos que encontramos indícios de aprendizagem e desenvolvimento. Esses indícios têm por característica o uso do que foi apreendido por meio do discurso utilizado pelos alunos ao explicarem algo ou solucionarem um problema (SILVA, 2013).

Uma vez que os processos cognitivos são internos ao sujeito, o pesquisador só pode ter acesso aos resultados do desenvolvimento desses processos. Assim, os principais mecanismos de acesso ao que os alunos constroem internamente são a linguagem e a sua capacidade de resolver problemas de forma autônoma.

Buscamos os indícios de aprendizagem dos sujeitos tanto nas interações verbais quanto nas interações não verbais (como gestos, movimentos, comportamentos e atitudes), registradas pelas filmagens das aulas. Entretanto, como nosso foco é a interação mediada pelo ambiente virtual, o professor solicitou aos estudantes que interagissem preferencialmente pelo ambiente virtual de aprendizagem. Desse modo, concentramos a nossa busca em minúcias indiciais de aprendizagem, especialmente, nas interações virtuais, gravadas no Banco de Dados do LAFIS pelo *chat* do ambiente.

Os procedimentos de análise microgenética, anteriormente mencionados, foram usados em concordância com o caminho metodológico de investigação proposto por Vygotsky (2008), que é a análise em unidades. A unidade de análise é uma instância de recorte que conserva as propriedades do todo. Mais especificamente, a unidade do pensamento verbal que conserva todas as suas propriedades encontra-se no significado da palavra, na análise semântica. Assim, consideramos como unidades de análise o significado das palavras em cada interação discursiva estabelecida entre os estudantes e entre eles e o professor, registrada no ambiente.

Para o levantamento das minúcias indiciais de aprendizagem, após a escolha das unidades de análise, analisamos as interações discursivas entre os sujeitos utilizando as classes de abordagem comunicativa e os padrões de interação propostos por Mortimer e Scott (2002). Com base na teoria de Vygotsky e no conceito de “gêneros de discurso” de Bakhtin, esses autores desenvolveram uma ferramenta para análise e planejamento do ensino de Ciências considerando a atividade discursiva em sala de aula. Os gêneros de discurso são tipos de enunciados relativamente estáveis em uma determinada esfera na qual a linguagem é utilizada. Os padrões de discurso nas salas de aula de Ciências, por exemplo, constituem um gênero de

discurso estável.

No que diz respeito aos padrões de interação entre os estudantes e entre estes e o professor, esses autores identificam quatro classes de abordagem comunicativa, definidas por meio da caracterização do discurso em duas dimensões: discurso *dialógico* ou *de autoridade* e o discurso *interativo* ou *não-interativo*.

A interação é *dialógica* quando o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante. Neste caso, mais de uma ‘voz’ é considerada (polifonia) e há uma interanimação de ideias. Mesmo que o discurso tenha sido enunciado por apenas um indivíduo, ele pode ser considerado dialógico, pois o que determina a dialogia é a expressão de mais de um ponto de vista. Já o discurso *de autoridade* é aquele no qual apenas uma ‘voz’ é ouvida (monofonia) e não há interanimação de ideias.

A segunda dimensão que caracteriza o discurso diz respeito à existência ou não de interação. O discurso *interativo* acontece com a participação de mais de uma pessoa, enquanto o discurso *não-interativo* ocorre com a participação de apenas uma pessoa.

A combinação dessas duas dimensões gera quatro possíveis classes de abordagem comunicativa, como mostra o Quadro 1:

Quadro 1 – Possíveis classes de abordagem comunicativa.

-	INTERATIVO	NÃO-INTERATIVO
DIALÓGICO	<i>Interativo-Dialógico</i>	<i>Não-interativo Dialógico</i>
DE AUTORIDADE	<i>Interativo De autoridade</i>	<i>Não-interativo De autoridade</i>

Fonte: Mortimer e Scott (2002, p. 288).

As quatro classes de abordagem comunicativa propostas por Mortimer e Scott (2002) são igualmente aplicáveis para caracterizar as interações que acontecem **apenas entre os estudantes**. Descrevemos abaixo, em mais detalhes, as características dessas classes:

- Interativo/dialógico:** professor e estudantes (ou estudantes de um grupo) exploram ideias, formulam perguntas e expõem diferentes pontos de vista;
- Não-interativo/dialógico:** professor (ou estudante) reconsidera, na sua fala, diversos pontos de vista do outro;
- Interativo/de autoridade:** professor (ou estudante) conduz os demais por meio de perguntas e respostas para chegar a um ponto de vista específico;
- Não-interativo/de autoridade:** professor (ou estudante) apresenta um ponto de vista específico.

Na medida em que o professor e os estudantes alternam turnos de fala na sala de aula é possível identificar os padrões de interação dos mesmos. Os mais comuns são as tríades I-R-F (iniciação do professor, resposta do estudante, *feedback* do professor). (DUARTE e REZENDE, 2008). Outros padrões possíveis incluem cadeias de turnos não triádicos, como do tipo I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F... em que P significa uma ação discursiva de permitir o prosseguimento da fala do aluno e F um *feedback* para que o aluno elabore um pouco mais a sua fala.

O interesse no estudo desses padrões de interação e nas classes de abordagem comunicativa diz respeito, principalmente, ao favorecimento de mecanismos de internalização.

Como toda tecnologia, que precisa ser testada antes de sua implementação, o LAFIS passou por uma série de testes, em um momento da pesquisa que denominamos “fase piloto”. A fase de teste é uma das etapas do ciclo de vida de um *software*. Portanto, nosso principal objetivo, na “fase piloto” da pesquisa, foi corrigir os erros de programação do ambiente e melhorar a usabilidade do mesmo segundo Catapan (1999). A usabilidade pode ser entendida como a facilidade para se aprender a operar um determinado *software*. Após a “fase piloto”, o LAFIS foi novamente aplicado nas escolas, dessa vez com o intuito de analisar a dinâmica das interações entre os estudantes e entre estes e o professor, à luz do referencial teórico-metodológico adotado.

As aplicações do LAFIS em sala de aula aconteceram na cidade de Aquidauana-MS em duas instituições de ensino: a Escola Estadual Coronel José Alves Ribeiro (CEJAR) e o Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS).

Escolhemos o CEJAR porque queríamos investigar o uso desse recurso em uma escola estadual e, também, pelo fato de o professor pesquisador, anteriormente à realização da pesquisa, já ter ministrado aulas nessa instituição. Essa escolha, de certa forma, resultou no conhecimento da realidade da escola e do laboratório de informática, bem como na receptividade por parte da direção, coordenação, professores, técnicos administrativos e estudantes. Assim, no CEJAR, o professor pesquisador não era o regente da classe. Já a escolha do IFMS está ligada ao fato de o professor pesquisador ser também o regente da disciplina de Física nos cursos técnicos em informática e edificações.

As primeiras aulas com o LAFIS na “fase piloto” foram realizadas com **31** estudantes, da turma “**A**”, do segundo ano do Ensino Médio, do CEJAR, no período matutino. Também na “fase piloto”, realizamos uma segunda sequência de aplicação do LAFIS com **16** estudantes do quinto semestre, turma de **2011**, do Curso Técnico Integrado em Informática, período matutino,

do IFMS.

As aulas da “segunda fase” de aplicação do LAFIS foram realizadas, inicialmente, com **31** estudantes da turma “**B**” do segundo ano do Ensino Médio do CEJAR no período matutino. Essa segunda etapa da pesquisa também foi realizada com **24** estudantes do quarto semestre, turma de **2012**, do Curso Técnico Integrado em Edificações, período matutino, do IFMS.

É importante esclarecer que a escolha de duas escolas com características socioculturais diferentes **não** foi para fazer comparações entre o desempenho de seus respectivos estudantes. A ideia de investigar a utilização do LAFIS em duas instituições distintas foi justamente no sentido de avaliar as dificuldades, peculiaridades e viabilidade do uso pedagógico desse Ambiente Virtual em realidades histórico-culturais distintas, conforme apontado por Vygotsky (2008).

Nas duas fases de aplicação do LAFIS o procedimento de investigação do trabalho pautou-se na realização de experimentos formativos²¹ por meio da seguinte sequência de passos:

1. Inicialmente, o professor pesquisador aplicou um teste de conhecimentos prévios (Anexo E) para verificar se determinados conceitos de ondulatória já haviam sido internalizados pelos aprendizes, isto é, se já faziam parte do “Nível de Desenvolvimento Real” dos estudantes;
2. Na aula seguinte, o questionário foi corrigido, utilizando uma apresentação de *slides* e algumas animações disponíveis na *internet*;
3. Os estudantes acessaram o LAFIS para resolução do problema proposto;
4. Na aula seguinte, após a utilização do LAFIS, os estudantes responderam a uma avaliação (Anexos F, G e H), com o objetivo de verificarmos se aqueles conceitos que antes faziam parte da “Zona de Desenvolvimento Próximo” dos aprendizes foram internalizados por eles, passando, então, a compor o novo “Nível de Desenvolvimento Real” desses estudantes;
5. Por fim, os alunos responderam ao questionário de avaliação do curso (Anexo I) e ao questionário socioeconômico (Anexo D).

Embora as avaliações aplicadas antes e após as aulas com o LAFIS constituam instrumentos estáticos, foi nas interações dos sujeitos, durante as aulas, com esse Ambiente

²¹ O experimento formativo consiste em uma série de situações planejadas que conduzem o indivíduo à aprendizagem.

Virtual, que buscamos os principais indícios de aprendizagem desses participantes da pesquisa (análise microgenética). De acordo com o referencial que adotamos, para o estudante que, de fato, apropriou-se dos conceitos desejados, houve uma reestruturação em seu Nível de Desenvolvimento Real, isto é, os conceitos foram internalizados, passando do plano interpessoal para o plano intrapessoal. Portanto, acreditamos que o uso desses instrumentos não contradiz a metodologia proposta pois, de acordo com Vygotsky (2007), se o estudante consegue resolver um problema que antes ele não conseguia resolvê-lo sozinho, isto significa que ele internalizou os conhecimentos relacionados à resolução desse problema. Portanto, “[...] aquilo que é a zona de desenvolvimento próximo hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”. (VYGOTSKY, 2007, p. 98). Esses testes foram propostos com o objetivo de avaliar se determinados conceitos já faziam parte do NDR dos sujeitos que, segundo o referencial adotado, compreende os problemas que os indivíduos conseguem resolver por si mesmos. Ademais, o próprio Vygotsky defendia que os testes individuais possibilitam tal avaliação:

[...] O meio para a sua definição são os testes, ou seja, os problemas que a criança deve resolver sozinha. Através deles ficamos sabendo do que a criança dispõe e o que ela sabe no dia de hoje, uma vez que só se dá atenção aos problemas que ela resolve sozinha: é evidente que com esse método podemos estabelecer apenas o que a criança já amadureceu para o dia de hoje. Definimos apenas o nível do seu desenvolvimento atual. (VIGOTSKI, 2009, p. 326).

Apresentaremos, a seguir, na primeira parte dos resultados obtidos, os detalhes de funcionamento do ambiente virtual desenvolvido na pesquisa, as nossas hipóteses de pesquisa e os resultados obtidos na primeira fase de aplicação do LAFIS em sala de aula.

5. RESULTADOS E ANÁLISES – PARTE I

Nossa pesquisa divide-se em dois momentos: o primeiro foi destinado ao desenvolvimento de um ambiente virtual colaborativo de ensino e aprendizagem de Física, denominado LAFIS. O segundo momento trata da avaliação desse ambiente inovador como um recurso de ensino que favoreça a aprendizagem dos estudantes.

Apresentamos, neste capítulo, as características do LAFIS e seus inúmeros recursos, os resultados de seu processo de teste (fase piloto) e da segunda fase de aplicação, que constituiu na utilização desse ambiente em duas escolas públicas. Apresentaremos os resultados que deram sustentação à tese de que o LAFIS é um ambiente colaborativo de ensino e aprendizagem, que potencializa a interação entre os estudantes, por meio da solução de problemas, e a intermediação do professor e/ou de um colega mais experiente, a fim de favorecer a aprendizagem.

5.1. O Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem

O AVEA que desenvolvemos está disponível gratuitamente no endereço <http://www.lafis.ufms.br>. O acesso é livre para estudantes, professores e pesquisadores que queiram utilizar o ambiente. A Figura 2 mostra a página inicial do LAFIS.



Figura 2 - Home Page do LAFIS.

Como é possível observar, à esquerda da tela inicial localiza-se o menu de navegação, por meio do qual tanto o estudante quanto o professor podem se cadastrar no LAFIS. O cadastro é uma condição de acesso ao ambiente, pois além de gerar uma identificação única do usuário, para efeito de registro das suas ações no ambiente, possibilita também identificar a escola e a turma do estudante, bem como a(s) escola(s) de atuação do professor. Esses dados são fundamentais para a criação das turmas e grupos de resolução dos problemas no ambiente. Assim, para ter acesso às funcionalidades do Ambiente Virtual, o usuário precisa digitar seu *e-mail* e senha para efetuar o *login*. Outra opção disponível no menu é a de o usuário poder entrar em contato conosco para reportar possíveis erros, tirar dúvidas ou tratar de outros assuntos relativos ao ambiente.

O LAFIS é um **instrumento** de mediação composto por diversos elementos simbólicos (**signos**) para a aprendizagem de Física e foi concebido com base na teoria histórico-cultural de Vygotsky apoiado em dois aspectos fundamentais:

O primeiro é relacionado ao papel da interação na aprendizagem e ao conceito de Zona de Desenvolvimento Próximo. Nesse sentido, o ambiente foi projetado de tal maneira que somente é possível resolver os problemas propostos se houver interação entre os estudantes e/ou entre estes e o professor. Portanto, o LAFIS promove uma relação de interdependência entre os estudantes, favorecendo a interação entre os sujeitos. A dinâmica de interação vai depender da complexidade do problema proposto (níveis de interdependência), da estratégia de resolução adotada pelo grupo e conseqüentemente das mediações do professor;

O segundo aspecto, relacionado à história sociocultural dos indivíduos, é materializado no LAFIS pelo uso do *chat*, a principal tecnologia de interação do ambiente. O *chat* é amplamente conhecido e utilizado em nossa cultura, especialmente entre os jovens. Atualmente, as redes sociais, com destaque para o *Facebook*²², e os aplicativos para envio de mensagens via *smartphones*, como o *WhatsApp*²³, são amplamente utilizados e também têm o *chat* como base para a comunicação. Além disso, o ambiente de hipertexto do LAFIS permite que os estudantes enviem imagens entre os seus laboratórios com um clique (na forma de *links*). Todas essas tecnologias, já culturalmente aceitas e amplamente utilizadas, colaboram para a aceitação e familiaridade dos estudantes com o LAFIS.

O LAFIS foi desenvolvido com base no AVEA denominado LEDVI, sigla para Laboratório Educativo Virtual Interativo (SILVA e GOBARA, 2007; SILVA, 2011). O LEDVI

²² Disponível em <http://www.facebook.com>

²³ Disponível em <http://www.whatsapp.com>

é um ambiente colaborativo que simula dois laboratórios para o ensino de conceitos de hidrostática. Nesse ambiente, cada estudante é alocado em um laboratório virtual, que tem objetos comuns como balança, calculadora e dinamômetro. Alguns elementos, como água, um “líquido verde desconhecido” e um objeto metálico aparecem em apenas um laboratório de cada vez. Esses elementos, no entanto, podem ser “teletransportados” de um laboratório para o outro. Essa organização do ambiente garante que o problema será solucionado apenas se os aprendizes interagirem entre si, pois assim podem estabelecer uma estratégia de realização das medidas e cálculos correspondentes. O professor pode também, se necessário, mediar as interações dos estudantes para auxiliar na resolução do problema. O LEDVI, porém, apresenta algumas limitações: o professor só dispõe desse problema específico de hidrostática para trabalhar com os estudantes e não pode mediar mais de uma turma no ambiente.

O LAFIS permanece com os dois laboratórios virtuais, mas fornece ao professor uma funcionalidade inovadora, que ainda não existia no LEDVI: a de o professor inserir problemas no ambiente. Com isso, ampliam-se as possibilidades de conteúdos e problemas que podem ser propostos aos estudantes. Inovamos, também, ao dispor no LAFIS, um sistema de cadastro por escolas e turmas, facilitando a organização do ambiente para o professor, que na realidade educacional brasileira costuma trabalhar em mais de uma escola e com diversas turmas em cada instituição escolar. Essa estrutura permite que o professor use o ambiente para resolução de inúmeros problemas, dos mais diversos conteúdos e com todas as suas turmas. A Figura 3 mostra a tela de apresentação do LAFIS na *área restrita do professor*.

LAFIS

Dante Alighieri Alves de Mello
PROFESSOR(A)

- Página Inicial**
Tela de apresentação
- Alterar Dados**
Atualize seu cadastro
- Cadastrar Turmas**
Suas salas de aula
- Cadastrar Problema**
Insira novas questões
- Banco de Questões**
Ver/editar problemas
- Fale Conosco**
Reportar erros
- Log Out**
Sair do Sistema

Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física

Estimado(a) professor(a), bem vindo(a) ao LAFIS!

Aqui você pode cadastrar e editar problemas para os seus estudantes resolverem em duplas ou trios. Os problemas que você cadastrar também podem ficar disponíveis para professores e estudantes de outras escolas. Sugerimos que escolha por compartilhar os problemas para ampliarmos o Banco de Questões do LAFIS. Você também poderá permitir que suas turmas resolvam problemas postados por outros professores.

Como funciona a resolução de problemas no LAFIS?

No LAFIS, cada estudante é alocado em um **Laboratório Virtual**. Nos dois laboratórios os estudantes terão à sua disposição alguns elementos fundamentais para a solução do problema, como *figuras, gráficos, tabelas e equações*. É importante que sejam disponibilizados elementos diferentes em cada laboratório, pois assim os estudantes deverão, necessariamente, interagir para enviarem esses elementos um ao outro e assim solucionarem o problema. Essa condição de **interdependência** entre os estudantes favorece a interação e, consequentemente, a aprendizagem. **Por exemplo, deixar uma tabela disponível apenas no Laboratório 1 fará com que os estudantes se comuniquem para trocarem informações.**

Como cadastrar estudantes para resolverem problemas no LAFIS?

1º passo) Primeiramente você deve acessar a opção **Cadastrar Turmas** e adicionar as suas turmas de cada escola onde leciona;
2º passo) Após cadastrar as turmas solicite aos seus estudantes que se cadastrem no LAFIS, lembrando-os de selecionarem a sua escola e turma corretamente.
3º passo) Uma vez que os estudantes se cadastraram, eles precisam ser alocados no problema que irão resolver. Para tanto, entre na sessão **Banco de Questões**, escolha o problema desejado e clique no ícone do sinal positivo 🟢. Em cada grupo, você poderá cadastrar até dois estudantes no Laboratório 1 e um integrante no Laboratório 2.

Como o Professor pode mediar os estudantes na resolução dos problemas?

Uma vez concluído o cadastro do grupo você terá acesso, a qualquer momento, às interações que os estudantes realizarem no Bate-Papo Virtual (*Chat*). Você poderá, inclusive, enviar mensagens para auxiliar os estudantes na solução do problema. Essa interações podem ser em tempo real (síncronas), caso realizadas em horário de aula, ou assíncronas, caso a resolução seja na forma de tarefa.

Como desativar um problema que cadastrei no LAFIS?

Os problemas cadastrados no LAFIS podem ser desativados a qualquer momento. Essa opção é útil quando a sua turma termina a resolução de determinado problema. Para fazer isso acesse o **Banco de Questões** e clique no ícone do cadeado vermelho 🔒.

Figura 3 - Tela inicial apresentada ao professor em sua área restrita.

Conforme é possível visualizar, do lado esquerdo da tela de apresentação o professor tem acesso ao ‘menu’ de navegação. Do lado direito disponibilizamos orientações a respeito da dinâmica de funcionamento do ambiente, bem como explicações para a formação dos grupos de estudantes, que resolverão os problemas cadastrados no “Banco de Questões”. Na opção “Alterar Dados” o professor pode atualizar o seu cadastro e mudar a sua senha. Para efeitos de pesquisa, solicitamos que os professores, no ato do cadastro, fornecessem informações como: *e-mail*, escola onde trabalha, data de nascimento, cidade e estado de residência, titulação acadêmica (graduação e pós-graduação), bem como a(s) disciplina(s) que lecionam.

Para formar grupos de resolução de problemas no LAFIS o professor deve, inicialmente, cadastrar as turmas nas quais leciona, por meio da opção “Cadastrar Turmas”. Somente após essa inclusão das turmas do professor no Banco de Dados é que os estudantes poderão se cadastrar no ambiente, já que estes deverão selecionar a sua turma no ato do cadastro. Uma vez que os estudantes tenham se cadastrado, o professor pode formar os grupos de resolução. Como mostra a Figura 4, na tela inicial da seção “Banco de Questões” o professor escolhe em qual(is) problema(s) vai cadastrar os estudantes.

Situação	Ação	Cadastrado por	Enunciado do Problema
		mim	Um vibrador situado em uma das extremidades de uma corda esticada produz ondas de frequência f (que ...
		mim	A figura mostrada no laboratório 2 representa uma onda periódica propagando-se na água (a onda está ...
		mim	A figura mostrada no laboratório 2 representa uma onda periódica propagando-se na água (a onda está ...
		mim	Leia a tirinha mostrada no laboratório 1, na qual o vampiro é acordado pelos morcegos. Discuta com o...
		mim	O PhET® é um projeto norte-americano que oferece gratuitamente simulações de fenômenos físicos diver...
		mim	O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresenta...
		mim	As animações são recursos da informática que podem auxiliar na compreensão de conceitos físicos.
		mim	A figura mostrada no laboratório 1 ilustra a forma de ondas sonoras emitidas por um violão em moment...
		mim	(UERJ modificado) Seja N_S o nível sonoro de um som, medido em decibéis. Esse nível sonoro est...
		mim	Ondas sonoras emitidas no ar por dois instrumentos musicais distintos, I e II, têm suas amplitudes r...

Figura 4 - Tela inicial do “Banco de Questões”, disponível na área restrita do professor.

Após escolher o problema que os estudantes de uma determinada classe vão resolver, é apresentada ao professor a tela para formação dos grupos. Nessa etapa, o professor deve selecionar a escola e a turma correspondente da classe, e em seguida alocar os estudantes nos

respectivos laboratórios, como mostra a Figura 5.

LAFIS
Dante Alighieri Alves de Mello
PROFESSOR(A)

Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física

Edição de problemas ativos > Formar Grupos

Legenda:
 ✖ Excluir Grupo
 🔒 Grupo Fechado
 🟢 Grupo Liberado

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico mostrado no laboratório 1 representa a variação da pressão que a onda...

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) >> Turma Técnico em Edificações - 4º Período - 2012-1

Grupo:	Situação:	Laboratório 1:		Laboratório 2:	Ação:
6	🟢	Selecione o estudante	Selecione o estudante	Selecione o estudante	Incluir
5	🟢	ROBERTA SANTOS	-	Professor Dante	✖
4	🟢	Jorge Vinicius Melo	-	Roberto de Souza	✖
3	🟢	Lidiana Monique	-	Hilton Silva Junior	✖
2	🟢	Rui Fabiano de Arruda	-	Carolina Gomes	✖
1	🟢	Eduardo Lima	-	ANTONIO FERNANDES	✖

Figura 5 - Formação de grupos em uma turma específica para resolução de um problema no LAFIS. Todos os nomes de estudantes apresentados nesse trabalho são fictícios.

Os grupos são formados, preferencialmente, com um estudante em cada laboratório. No caso de um número ímpar de estudantes na turma, ou, ainda, de acordo com a preferência do professor, podem ser formados grupos de até três estudantes, sendo dois destes alocados no laboratório 1. Ainda na tela de formação dos grupos, o professor tem também a opção de fechar ou liberar o acesso do problema para cada grupo. Essa opção de fechamento é bem útil quando o grupo conclui a tarefa, chegando assim aos objetivos propostos.

No “Banco de Questões”, mostrado anteriormente na Figura 4, ficam disponíveis os problemas cadastrados pelo próprio professor da disciplina e também os problemas compartilhados por outros professores, de outras turmas ou escolas. Nessa seção do ambiente, conforme o ícone selecionado, o professor pode **excluir** ou **editar** os problemas que ele mesmo cadastrou, formar **grupos** de dois ou três estudantes para resolução de problemas e **mediar** os estudantes dos grupos já criados.

Enquanto o professor acompanha os estudantes em sua tela de mediação, os alunos resolvem o problema proposto por meio dos dois laboratórios virtuais do LAFIS. A Figura 6 mostra a tela do LAFIS para um estudante alocado no laboratório 1.

LAFIS

Lidiana Monique ESTUDANTE

Laboratório 1

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico mostrado no laboratório 1 representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu\text{s} = 10^{-6}\text{s}$). Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis por diferentes seres vivos (disponível no Laboratório 2), conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por:

- seres humanos e cachorros
- seres humanos e sapos
- sapos, gatos e morcegos
- gatos e morcegos
- morcegos

$$f = \frac{1}{T}$$

variação de pressão

tempo

Clique Aqui para enviar esse elemento para o outro laboratório

localhost/lafis/elementos.asp?id_problema=71&lab=1&id_grupo=336&elemento=64&id=176&acao=True

[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 2
 [30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 1
 [LAB 2 - Hilton] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
 [PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!
 [PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!
 [LAB 1 - Lidiana] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
 [LAB 2 - Hilton] Poderia me enviar o gráfico :)
 [30/01/14 - 13:14] Abre Laboratório 1
 [LAB 1 - Lidiana] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2
 [LAB 2 - Hilton] Olha se se o t vai ser 20
 [LAB 2 - Hilton] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1
 [LAB 2 - Hilton] confere tmb se 10^{-6} é 0,000001
 [LAB 1 - Lidiana] cm q vc fez?
 [LAB 1 - Lidiana] me manda a outra tabela
 [LAB 2 - Hilton] se a frequencia fica 50 000, audível para o gato e morcego
 [LAB 2 - Hilton] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
 [LAB 1 - Lidiana] ainda não consegui entender o exercício :/
 [PROFESSOR] Elianara, vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido.

Enviar Auto-rolagem

Figura 6 - Visão do ambiente para um estudante alocado no laboratório 1.

Como podemos ver na Figura 6, à esquerda da tela o estudante tem acesso ao menu de navegação, por onde pode alterar os seus dados e senha, acessar os problemas disponibilizados pelo seu professor, entrar em contato conosco ou sair do sistema. No meio da tela apresenta-se o enunciado do problema no qual o estudante foi alocado pelo professor. De acordo com o problema, podem existir arquivos disponíveis nos dois laboratórios (como é o caso da equação mostrada na Figura 6), bem como elementos que aparecem em apenas um laboratório de cada vez, nesse caso o gráfico apresentado na tela. Ao passar o *mouse* sobre o gráfico aparece uma mensagem perguntando se o estudante deseja enviar o elemento (nesse caso um gráfico) para o outro laboratório. O envio desse elemento fica registrado no *chat*, que é a ferramenta de comunicação virtual entre os estudantes e entre estes e o docente, mantendo-se disponível à direita da tela nos laboratórios 1 e 2.

A Figura 7 mostra a tela do LAFIS para um estudante alocado no laboratório 2.

LAFIS

Hilton Silva Junior
ESTUDANTE

Laboratório 2

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico mostrado no laboratório 1 representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu\text{s} = 10^{-6}\text{s}$). Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis por diferentes seres vivos (disponível no Laboratório 2), conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por:

- seres humanos e cachorros
- seres humanos e sapos
- sapos, gatos e morcegos
- gatos e morcegos
- morcegos

$$f = \frac{1}{T}$$

Seres vivos	Intervalos de Frequência
cachorro	15 Hz - 45.000 Hz
ser humano	20 Hz - 20.000 Hz
sapo	50 Hz - 10.000 Hz
gato	60 Hz - 65.000 Hz
morcego	1000 Hz - 120.000 Hz

[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 2
[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 1
[LAB 2 - Hilton] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
[PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!
[PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!
[LAB 1 - Lidiana] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
[LAB 2 - Hilton] Poderia me enviar o gráfico :)
[30/01/14 - 13:14] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - Lidiana] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2
[LAB 2 - Hilton] Olha se se o t vai ser 20
[LAB 2 - Hilton] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1
[LAB 2 - Hilton] confere tmb se 10^{-6} é 0,000001
[LAB 1 - Lidiana] cm q vc fez?
[LAB 1 - Lidiana] me manda a outra tabela
[LAB 2 - Hilton] se a frequencia fica 50 000, audível para o gato e morcego
[LAB 2 - Hilton] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
[LAB 1 - Lidiana] ainda não consegui entender o exercício :/
[PROFESSOR] Elianara, vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido.

Enviar Auto-rolagem

Figura 7 - Visão do ambiente para um estudante alocado no laboratório 2.

Observemos, na figura, que, nesse problema, o estudante alocado no laboratório 2 tem acesso a uma tabela, um elemento diferente da figura disponível inicialmente no laboratório 1. Conforme mencionamos anteriormente, essa estratégia de propor problemas gera uma relação de interdependência entre os estudantes, levando-os à necessidade de interagirem continuamente, ao menos para trocarem esses elementos entre si. Acreditamos que induzir os estudantes a trocarem essas informações aumenta a possibilidade de os sujeitos interagirem colaborativamente, isto é, de se auxiliarem mutuamente para a resolução do problema proposto. Buscamos investigar, por meio da pesquisa, se essa hipótese se confirma e, em caso afirmativo, em quais condições ela se aplica.

Essa disposição dos elementos é realizada pelo professor que cadastrou o problema pelo link “Cadastrar Problemas”. O cadastro de problemas no LAFIS é realizado em quatro etapas. A Figura 8 mostra a tela para a primeira etapa, a de inclusão de problemas.

LAFIS

Dante Alighieri Alves de Mello
PROFESSOR(A)

Cadastro de problema (etapa 1/4)

Marque essa opção se deseja compartilhar esse problema com outros professores e alunos.

Enunciado *

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico mostrado no laboratório 1 representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu\text{s} = 10^{-6}\text{s}$). Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis por diferentes seres vivos (disponível no Laboratório 2), conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por:

a) seres humanos e cachorros
b) seres humanos e sapos
c) sapos, gatos e morcegos
d) gatos e morcegos
e) morcegos

* Campo de preenchimento obrigatório

Avançar

localhost/lefis/professor.asp?id=1&acao=enviarproblema

Figura 8 - Primeira etapa de cadastro de um novo problema no LAFIS, na área restrita do professor.

Na primeira etapa o professor digita o enunciado do problema, podendo usar comandos HTML para formatar o texto. É apresentada ao professor a opção de compartilhar ou não o problema. Caso o professor escolha por compartilhá-lo, o problema ficará disponível no “Banco de Questões” para todos os professores cadastrados no LAFIS, podendo ser resolvido por estudantes de outras instituições. Na sequência o professor tem acesso à segunda etapa de cadastro, como mostra a Figura 9.

LAFIS

Dante Alighieri Alves de Mello
PROFESSOR(A)

Cadastro de problema (etapa 2/4)

Anexar arquivo(s): Nenhum arquivo selecionado.

Figura 9 - Segunda etapa de cadastro de um novo problema no LAFIS, na área restrita do professor.

Na segunda etapa de cadastro do problema o professor pode fazer a transferência de um arquivo anexo. Isso significa que tal arquivo ficará disponível para os estudantes dos dois laboratórios. Porém, para criar uma situação de interdependência entre os estudantes, o professor deverá disponibilizar determinados elementos em um único laboratório. Isso é realizado na terceira etapa de cadastro, como é possível ver na Figura 10.

Figura 10 - Terceira etapa de cadastro de um novo problema LAFIS, na área restrita do professor.

O professor pode clicar sobre os elementos para visualizá-los. Se mesmo assim ele não encontrar um elemento útil para o problema proposto, é possível cadastrar um novo elemento no Banco de Dados do LAFIS pela opção “Adicionar novos elementos”. Por enquanto, os elementos que podem ser disponibilizados no LAFIS são do tipo “imagem”. Futuramente, com o aperfeiçoamento do ambiente, desejamos que sejam incluídas outras mídias, como vídeos, *applets* (animações e simulações) e arquivos de áudio. Em especial, interessa-nos a inclusão de elementos que permitam a realização de medidas físicas virtualmente, como por exemplo: cronômetros, régua, balanças, dinamômetros, provetas, voltímetros, amperímetros, etc.

Por fim, na quarta etapa, o professor tem acesso a todas as informações preenchidas nas etapas anteriores, e pode verificar se o problema está configurado corretamente, para então cadastrá-lo no Banco de Dados, como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Quarta e última etapa de cadastro de um novo problema no LAFIS, na área restrita do professor.

Mesmo após encerrado o cadastro de um novo problema, se necessário, o professor ainda pode modificá-lo por meio da opção “Editar Problema”, disponível dentro do “Banco de Questões”. Essa possibilidade do LAFIS abre uma nova perspectiva para esse ambiente, no sentido de ampliar o banco de problemas de forma colaborativa.

Ainda na área restrita do professor, no Banco de Questões, ao clicar no enunciado do problema, que é apresentada inicialmente na forma resumida, o professor pode ter, rapidamente, uma visualização completa desse problema, como podemos observar na Figura 12.

Seres vivos	Intervalos de Frequência
cachorro	16 Hz - 45.000 Hz
ser humano	20 Hz - 20.000 Hz
sapo	50 Hz - 10.000 Hz
gato	60 Hz - 65.000 Hz
morcego	1000 Hz - 120.000 Hz

Figura 12 - Visualização rápida, na área restrita do professor, de problema cadastrado no “Banco de Questões”.

Essa opção apresenta o enunciado completo, seus anexos (geralmente equações) e seus elementos fundamentais de resolução, identificados pelo laboratório onde se encontram.

A intermediação dos grupos pode ser síncrona ou assíncrona, dependendo da dinâmica de trabalho estabelecida pelo professor. Em ambos os casos, a ferramenta de interação é a mesma: o *chat*. Em nossa pesquisa, todas as mediações do professor foram síncronas, isto é, investigamos a resolução dos problemas durante o horário de aula nos laboratórios de informática das escolas. A justificativa para essa escolha está na intenção de investigar as potencialidades do LAFIS como recurso para auxiliar o professor durante as suas aulas, tanto como instrumento de avaliação, quanto para ensinar novos conceitos aos estudantes.

Consideramos, também, aspectos da realidade cultural dos estudantes das escolas investigadas, tendo em vista que a maioria deles não realiza as atividades extraclasse que são propostas pelos professores, a menos que sejam atividades “valendo nota” (e ainda assim há a problemática de que muitos apenas copiam as tarefas desenvolvidas pelos colegas). Dessa forma, infelizmente, nos contextos estudados, os alunos, majoritariamente, resolvem os problemas de Física nas aulas.

A Figura 13 apresenta, no ambiente do professor, a tela de mediação dos grupos para um problema específico.

LAFIS

Dante Alighieri Alves de Mello
PROFESSOR(A)

Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física

Mediação dos Grupos

Legenda:

- Mediar e acompanhar as interações dos estudantes
- Gerar relatório das interações do grupo

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico mostrado no laboratório 1 representa a variação da pressão que a onda...

Ação:	Grupo:	Situação:	Laboratório 1:	Laboratório 2:
		5	ROBERTA SANTOS	- Professor Dante
		4	Jorge Vinicius Melo	- Roberto de Souza
		3	Lidiana Monique	- Hilton Silva Junior
		2	Rui Fabiano de Arruda	- Carolina Gomes
		1	Eduardo Lima	- ANTONIO FERNANDES

localhost/lafis/professor.asp?id=1&acao=mediargrupos&id_problema=71&id_grupo=336&status=True&id_instituicao=2&id_turma=4

Figura 13 - Tela de mediação dos grupos para a resolução de um determinado problema.

Após clicar no *link* “Mediar Grupo” abre-se o espaço de mediação do respectivo grupo. Tanto nessa tela, quanto na mediação de um grupo específico, o professor pode ver o enunciado completo do problema clicando sobre o título deste. Como demonstrado, anteriormente, na Figura 12, o enunciado é aberto em uma nova janela, uma forma de consulta que facilita as atividades do professor, que deve selecionar, acompanhar e mediar os grupos.

A figura 8 mostra um exemplo da tela de mediação para um grupo específico durante a resolução de um problema.

LAFIS
Dante Alighieri Alves de Mello
PROFESSOR(A)

Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física

Mediação dos Grupos

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico mostrado no laboratório 1 representa a variação da pressão que a onda...

[LAB 2 - Hilton] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
[LAB 1 - Lidiana] ainda não consegui entender o exercício !/
[PROFESSOR] Elianara, vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido.
[PROFESSOR] Para tanto o que será necessário calcular?
[LAB 2 - Hilton] A frequência, que no caso no que eu fiz deu 50 000
[30/01/14 - 13:28] Abre Laboratório 2
[PROFESSOR] Que conta fizeram para dar 50.000Hz?
[LAB 2 - Hilton] $20 \cdot 10^4 \leq f \leq 0,00002$
[LAB 2 - Hilton] $f = 1/0,00002 = 50\ 000$
[30/01/14 - 13:30] Abre Laboratório 2
[30/01/14 - 13:31] Abre Laboratório 2
[30/01/14 - 13:32] Abre Laboratório 2
[LAB 2 - Hilton] Elianara, vc chegou em outro resultado?
[30/01/14 - 13:35] Fecha Laboratório 2
[30/01/14 - 13:35] Abre Laboratório 2
[30/01/14 - 13:38] Fecha Laboratório 2
[30/01/14 - 13:38] Abre Laboratório 2
[PROFESSOR] Vocês acham que a resposta tem sentido físico?
[LAB 2 - Hilton] sim, eu acho
[LAB 2 - Hilton] pela frequência sim
[LAB 1 - Lidiana] acompanhei o resultado dele, o jeito que ele fez

Lidiana, pelo que você acompanhou, que informação foi necessária para o cálculo da frequência da onda? Auto-rolagem

Ação:	Grupo:	Situação:	Laboratório 1:	Laboratório 2:
	5		ROBERTA SANTOS	-
	4		Jorge Vinicius Melo	Roberto de Souza
-	3		Lidiana Monique	Hilton Silva Junior

Figura 14 - Tela de mediação do professor durante a resolução de um problema específico.

A qualquer momento da resolução, o professor pode acessar o enunciado do problema, mediar as interações dos estudantes ou selecionar outro grupo para mediação. Para facilitar a visualização, tanto dos estudantes quanto do professor, as interações são destacadas em cores distintas: azul para as mensagens postadas no laboratório 1, verde para as mensagens do laboratório 2 e vermelho para as mensagens postadas pelo professor. Se este precisar acessar o início dos diálogos, basta desabilitar a função “auto-rolagem” e rolar a tela até as interações de seu interesse. Informações importantes para as análises das interações, como as datas e horários de entrada e de saída do estudante no ambiente, detalhes do envio de elementos entre os laboratórios, datas e horários da postagem de mensagem são registradas no *chat* e ficam armazenadas no Banco de Dados do LAFIS.

Outro recurso importante, no ambiente, é que o professor pode também gerar um relatório com as interações de cada grupo, como foi mostrado na Figura 13 e na Figura 14. Após

a conclusão da resolução do problema, o relatório pode ser útil para uma análise mais aprofundada pelo professor (e/ou pesquisador) das mediações e da dinâmica de desenvolvimento da aula (e/ou experimento formativo), para avaliar os estudantes (caso a aula tenha esse objetivo) ou para realizar uma reflexão com os estudantes sobre a solução do problema.

Para viabilizar todos esses recursos no ambiente, tivemos que desenvolver o LAFIS com uma linguagem de programação *Web* dinâmica e com suporte a Banco de Dados. Dentre as inúmeras possibilidades escolhemos o ASP 3.0 (Active Server Pages) e o Banco de Dados *Microsoft Access*, por se tratarem de tecnologias que o professor pesquisador já sabia programar, viabilizando a construção do ambiente sem a necessidade de uma equipe externa de desenvolvedores. Sabemos que essa escolha tem limitações tecnológicas, porém em projetos futuros podemos migrar o ambiente para linguagens livres e multiplataforma, como por exemplo a combinação *PHP-SQL*. Além disso, a utilização de um *framework*²⁴ para o desenvolvimento também pode facilitar esse processo e ampliar a gama de recursos disponíveis. Para facilitar a compreensão da estrutura lógica de funcionamento do LAFIS, desenvolvemos um fluxograma do ambiente (ANEXO I), que também pode ser útil para migrar o AVEA para outras linguagens de programação.

5.2. A relação de interdependência na resolução colaborativa de problemas

Quando trabalhamos em sala de aula com **grupos** de estudantes, seja presencialmente ou em ambientes virtuais de aprendizagem, muitas vezes nos deparamos com uma situação desafiadora para o professor: estudantes que não participam das tarefas, que não se comprometem em auxiliar o grupo, seja por falta de domínio e segurança do conteúdo, seja por desinteresse mesmo. Outra situação possível, mas que poderia ser evitada, do ponto de vista das estratégias de aprendizagem em grupo, é aquela em que o estudante deseja resolver os problemas sozinho, sem compartilhar o seu conhecimento com os colegas.

Embora essas situações possam ser identificadas pelo professor e as suas mediações possam favorecer a interação dos estudantes no trabalho colaborativo do grupo, estratégias que facilitam esse processo ainda são pouco exploradas na literatura.

²⁴ Um *framework* (ou arcabouço) de *software* é um conjunto de classes implementadas em uma linguagem de programação específica, usadas para auxiliar o desenvolvimento de *software*. Os *frameworks* permitem um desenvolvimento de *software* mais rápido, sólido e seguro. Exemplos de *framework* incluem o *CakePHP*, *Drupal*, *Zend Framework* e o *CodeIgniter*.

Considerando a importância da atividade colaborativa para o processo de aprendizagem, partindo do fato bem estabelecido por Vygotsky de que a internalização se dá fundamentalmente pela conversão de processos interpsicológicos para processos intrapsicológicos, sendo a linguagem o elemento mediador simbólico para tal movimento e a interação entre os sujeitos mediada por um interlocutor mais experiente, amadurecemos essas questões buscando uma forma de favorecer a colaboração entre os estudantes, usando a nosso favor as potencialidades multimídia e interativas das TIC para o ensino de Ciências.

Assim, estruturamos o Ambiente Virtual desenvolvido nessa pesquisa com o propósito de levar os estudantes a interagirem entre si, visto que os problemas disponibilizados no ambiente só podem ser solucionados se houver a troca dos elementos entre os laboratórios. Com isso, os estudantes vão perceber que devem se auxiliar mutuamente pelo *chat*, e se necessário contar com a possibilidade de solicitar e receber a intermediação do professor. Toda essa forma de organização do problema no ambiente, de modo a favorecer as interações, tem como base teórica a ideia de que a mediação é fundamental para a aprendizagem e, conseqüentemente, para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores (Vygotsky, 2007).

Portanto, nossa tese é que o AVEA colaborativo que desenvolvemos, o LAFIS, pode potencializar a aprendizagem dos estudantes quando há uma relação de interdependência na interação entre os pares para a resolução de problemas cadastrados nesse ambiente. Isto porque a necessidade de interação entre os sujeitos para a resolução do problema pode provocar trocas de significados entre eles, ou seja, interações colaborativas.

No LAFIS, essa relação de interdependência é proporcionada por uma programação que implantamos no ambiente para disponibilizar e trocar arquivos entre os laboratórios. Ao cadastrar um problema, o professor escolhe quais elementos (figuras, gráficos, tabelas, equações, valor de uma grandeza, etc.) ficarão disponíveis em cada laboratório, como apresentado anteriormente na Figura 10. O professor pode utilizar elementos já disponíveis ou cadastrar (anexar) novos elementos. Esses elementos são essenciais à compreensão e resolução do problema. Logo, os estudantes terão, necessariamente, que interagir para trocar esses elementos (com um clique sobre a figura o elemento é “teletransportado” para o outro laboratório). Ao analisar as interações entre os estudantes, buscamos prestar atenção em dois indicadores de êxito da relação de interdependência dos alunos: se os estudantes solicitavam um ao outro o envio dos elementos disponíveis apenas no laboratório do colega e se, após a troca dos elementos, os alunos permaneciam interagindo para solucionar o problema proposto.

Procuramos, também, relacionar a quantidade e a qualidade das interações com a frequência na qual os elementos eram trocados entre os laboratórios.

Defendemos que estabelecer uma relação de interdependência entre os sujeitos envolvidos na resolução de um problema pode potencializar a interação entre estes, resultando, conseqüentemente, em maior possibilidade de aprendizagem colaborativa. Nesse sentido, o uso das TIC, principalmente na modalidade a distância, favorece essa condição, uma vez que os recursos interativos podem proporcionar a disponibilidade parcial de elementos, para apenas um usuário de cada vez, com a possibilidade de envio destes elementos para os colegas.

Propomos, também, que nessa proposta existem diversos **níveis de interdependência** possíveis entre os estudantes na resolução colaborativa de problemas. Tais níveis são definidos de acordo com a complexidade do problema e da necessidade de interação que cada sujeito possui. A necessidade de interação do sujeito é diretamente relacionada aos seus conhecimentos prévios. Para melhor explicar esse aspecto teórico de nossa tese, apresentaremos, como exemplos, três possíveis níveis de interdependência:

Em um "nível básico" de interdependência, apenas um estudante tem acesso, inicialmente, a um determinado elemento necessário para resolução do problema. Tal elemento, como já dito anteriormente, pode ser uma figura, gráfico, equação, diagrama, tabela, animação, vídeo, som, etc. O outro estudante, por sua vez, deve solicitar esse elemento ao colega, para que compreenda o enunciado do problema. Portanto, a necessidade que um estudante tem de solicitar determinado elemento ao colega caracteriza a relação de interdependência. Esta, no entanto, tende a ser mais intensa apenas no início da resolução, como forma de estabelecer uma interação inicial entre os estudantes.

Já em um "nível intermediário" de interdependência, podemos disponibilizar dois ou mais elementos separadamente para os estudantes. Assim, ambos necessitarão receber o elemento um do outro para compreender o problema. É o que propomos, por exemplo, no problema do "apito" (mostrado no Quadro 8 da página 140). Neste caso, inicialmente, um estudante possuía uma imagem em seu laboratório, enquanto o outro tinha acesso a uma tabela. Tanto a imagem quanto a tabela são necessários para a resolução do problema. Então, ambos precisam trocar esses elementos entre si para que possam resolver o problema.

Um nível mais avançado de interdependência pode ser estabelecido em problemas mais elaborados, que envolvam, por exemplo, a manipulação de instrumentos de medidas virtuais, tal qual proposto por SILVA (2011), no ambiente virtual denominado LEDVI. Nesse ambiente, uma série de medidas deve ser realizada com um objeto metálico a fim de se determinar a

densidade de um líquido verde desconhecido. Porém, determinados elementos foram colocados, estrategicamente, em apenas um dos laboratórios (em um laboratório encontra-se um frasco com água, enquanto no outro laboratório fica um frasco com o líquido verde). Como devem ser realizadas medidas do peso aparente do objeto metálico nesses dois líquidos, os estudantes necessitam realizar uma série de interações para efetuarem as medidas, uma vez que o objeto metálico pode (e deve) ser “teletransportado” entre os laboratórios.

Em suma, a necessidade de trocas constantes entre os laboratórios virtuais, não apenas de informações, mas também de objetos virtuais, caracteriza uma alta dependência do colega na resolução desse tipo de problema.

O LAFIS ainda não apresenta problemas que possibilitem a realização de medidas pois, para tanto, é necessária a implantação de mais tecnologia em sua programação. Isso ainda não foi realizado porque o objetivo da fase inicial desse projeto era avançar no sentido de o professor cadastrar os problemas no ambiente, o que já pode ser realizado.

Como há maior troca de informações entre os estudantes nos problemas com maior nível de interdependência, a interação entre eles tende a ser naturalmente maior, fato este que favorece a comunicação e troca de conhecimento na forma de aprendizagem colaborativa.

Quanto maior o nível de interdependência, maior a exigência de participação ativa dos sujeitos envolvidos, isto é, maior o grau de colaboração necessário entre eles para obtenção de sucesso na resolução.

No intento de defendermos essa tese, buscamos analisar e articular as fontes de dados da pesquisa, que são: os testes de conhecimentos prévios preenchidos pelos estudantes (ANEXO E), as interações e mediações virtuais dos experimentos formativos (do ANEXO J até o ANEXO GG), as avaliações aplicadas após os experimentos com o LAFIS (ANEXO F e ANEXO G), os questionários de avaliação do curso (ANEXO H) e os questionários socioeconômicos (ANEXO D). As filmagens também se constituíram como fonte complementar de dados, por meio das interações verbais dos estudantes e do professor, dos gestos e movimentação em sala de aula e, em alguns casos, permitiu identificar se alguns estudantes estavam, de fato, acessando o LAFIS. **É importante destacar, no entanto, que a interação que nos interessa nessa pesquisa é a virtual mediada sincronicamente. Essa é a interação prioritária, e que foi objeto de análise nesse estudo.**

Por questões éticas relacionadas à pesquisa que envolve seres humanos, os nomes dos estudantes foram mantidos em sigilo, sendo, aqui, identificados por uma letra (que indica a instituição de ensino), seguida de um número correspondente para cada aluno. Assim, os

estudantes da Escola Estadual CEJAR foram identificados pelas siglas A1, A2, A3, etc., enquanto os estudantes do IFMS foram identificados como B1, B2, B3 e assim por diante.

Já os nomes dos grupos foram identificados pela letra “G”, seguida da letra correspondente ao problema e de um número sequencial para cada problema:

- GA1, GA2, etc.: grupos que resolveram o problema da “onda periódica” no CEJAR;
- GB1, GB2, etc.: grupos que resolveram o problema da “onda periódica” no IFMS;
- GC1, GC2, etc.: grupos que resolveram o problema do “apito” no IFMS.

5.3. Fase piloto de aplicação do LAFIS

Nessa primeira fase da pesquisa, tínhamos por objetivo corrigir possíveis erros de programação do ambiente. Sendo assim, apresentaremos, aqui, os resultados obtidos nos experimentos formativos em que o LAFIS foi utilizado pelos estudantes do CEJAR entre os dias 2 e 30 de abril de 2013. Nesse período, a professora regente autorizou a condução das aulas e experimentos com o LAFIS pelo professor pesquisador. Ela participava das aulas realizando a chamada e auxiliando os estudantes a acessarem o ambiente.

O Quadro 1 apresenta o enunciado do primeiro problema cadastrado no LAFIS e que foi aplicado aos estudantes na Fase Piloto. Os principais

Quadro 1 - Primeiro problema cadastrado no LAFIS (Fase Piloto).

O PhET® é um projeto norte-americano que oferece gratuitamente simulações de fenômenos físicos divertidas, interativas e baseadas em pesquisa. Clicando no link abaixo você pode acessar um simulador de ondas numa corda, desenvolvido pelo PhET:

http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt_BR.html

Mude alguns parâmetros dessa simulação para a seguinte configuração (veja a figura mostrada mais abaixo):

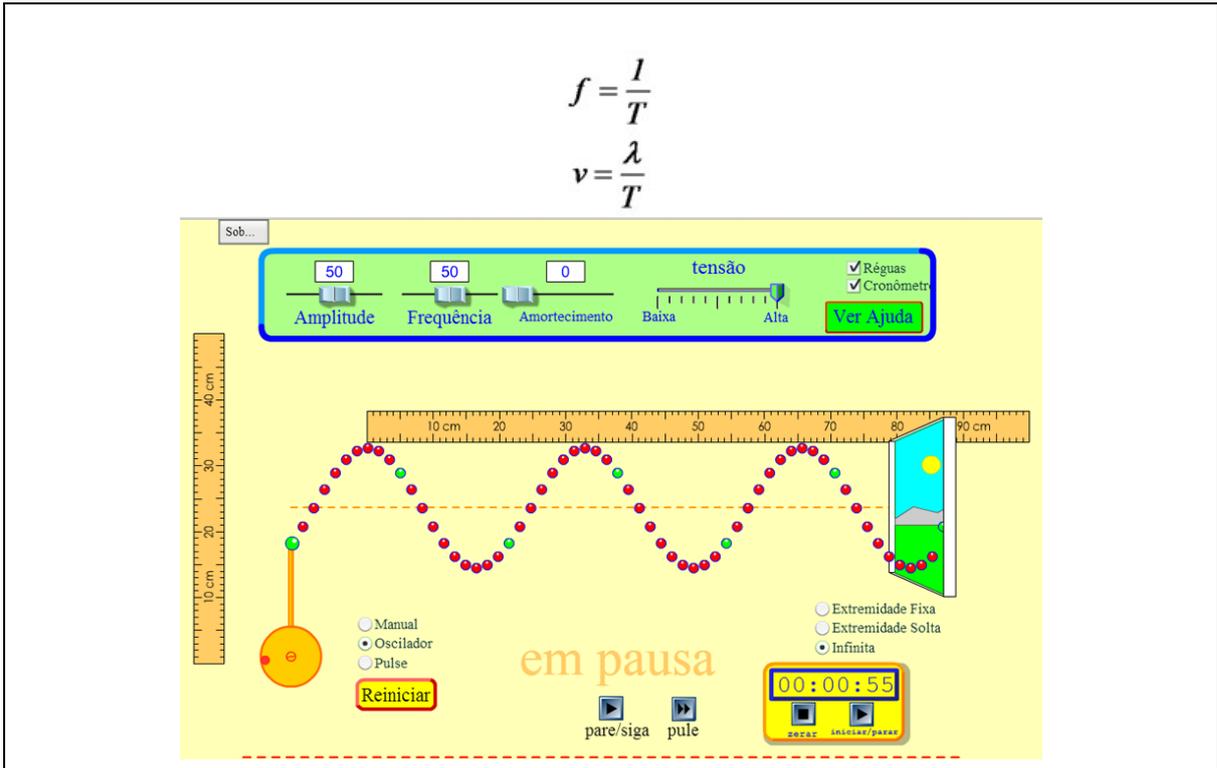
- Ative o "Oscilador" (acima do botão reiniciar)
- Ative a extremidade "Infinita"
- Amortecimento: 0
- Ative a régua
- Ative o cronômetro

Agora procure interagir com o seu colega para responder as seguintes questões:

- a) Quanto vale o comprimento de onda?
- b) Quanto vale a amplitude da onda?
- c) Qual é o período de oscilação?
- d) Qual é a frequência?
- e) Qual é a velocidade de propagação dessa onda?

Se você mudar no simulador a frequência para "30":

- f) O que acontece com a frequência?
- g) O que acontece com o comprimento de onda?
- h) Calcule a velocidade de propagação da onda. Ela vai mudar? Justifique.



Nesse problema, em especial, os estudantes não foram “obrigados” a interagir entre si, uma vez que ambos os laboratórios tinham todos os elementos necessários para resolução das questões propostas (equações, gráficos e *link* para o simulador). Esse problema, aplicado na Fase Piloto, possuía um *link* para uma simulação do PhET²⁵ a respeito de ondas numa corda. Os estudantes deveriam configurar a simulação conforme os parâmetros dados no enunciado, de modo que o simulador apresentasse o aspecto mostrado na figura.

Embora as questões (a), (b) e (c) possam ser consideradas, para alguns estudantes, apenas como exercícios de aplicação, elas são úteis para o professor avaliar se os estudantes, de fato, já internalizaram os conceitos de comprimento de onda, amplitude e período. Para os estudantes que ainda se encontram no nível espontâneo desses conceitos – o dinamismo de realizar essas medidas de maneira interativa, visualizando a onda em movimento pelo simulador, podendo controlar variáveis e paralisar a onda – facilita a visualização do fenômeno e é bem mais atraente para o estudante do que estudar esses conceitos com recursos estáticos, como o quadro e giz ou papel e lápis. Além disso, a facilidade de interação com o colega e/ou professor pelo *chat* do LAFIS favorece ainda mais o processo de aprendizagem do estudante.

A resolução de problemas, em Física, envolve a apropriação de conceitos e a habilidade

²⁵ O PhET[®] é um projeto norte-americano que oferece gratuitamente simulações divertidas e interativas, baseadas em pesquisa, para o ensino e a aprendizagem de física, química, biologia, matemática e ciências.

de usá-los na solução de situações. As questões (d) e (e) solicitam, apenas, aplicação das equações fornecidas, mas são úteis no sentido de avaliar as habilidades dos estudantes em interpretar e coletar os dados, identificar o que deve ser calculado, selecionar a equação que deve ser utilizada e usar a unidade de medida correspondente para a grandeza desejada. São habilidades que, ao serem exploradas, e de acordo com a estratégia usada para explorá-las, favorecem algumas competências necessárias para a compreensão do problema proposto e para o entendimento do fenômeno do ponto de vista conceitual da Física; nossa experiência no Ensino Médio público brasileiro mostra que são muitas as dificuldades dos estudantes em lidar com esses conceitos, visto que, em geral, os conceitos físicos são transmitidos mecanicamente por meio de signos matemáticos (leis por meio de formulações matemáticas) e aplicados como meros exercícios de cálculo matemático.

As questões (f), (g) e (h) permitem duas estratégias de resolução: a primeira, do tipo conceitual, em que exige-se do estudante a compreensão do conceito científico sobre o meio de propagação da onda, que não muda, e a relação da velocidade de propagação desta, que é a mesma, com o comprimento de onda e a frequência, que são inversamente proporcionais. A outra estratégia exige a habilidade de interpretação e de alguns cálculos a partir do novo valor do período da onda. Espera-se do estudante com grande domínio conceitual desse conteúdo, portanto, que já internalizaram esses conceitos, uma análise comparativa entre essas duas respostas possíveis.

Observamos, nesse primeiro experimento de resolução de problemas no LAFIS, que alguns estudantes esqueceram sua senha de acesso, o que demandou certo tempo para auxiliá-los a acessarem o ambiente. Consultando o banco de dados do AVEA, verificamos que três alunos haviam criado outra conta de acesso. Diante disso, destacamos, no ambiente, o *link* de **recuperação de senha**.

Outro aspecto interessante que observamos nas interações de todos os grupos é que os estudantes iniciaram a resolução da atividade proposta somente após saberem quem é seu par, como podemos observar na interação descrita abaixo:

[09/04/13 - 11:35] Abre Laboratório 2
[LAB 2] oi
[09/04/13 - 11:36] Abre Laboratório 1
[LAB 1] Holaaa Como estan?
[LAB 2] responde
[LAB 1] oi
[LAB 2] quem é vc?
[LAB 1] quem é vc???
[LAB 2] ?????
[LAB 1] ta ai?
[LAB 1] rose

[LAB 2] ????
 [LAB 2] mariana
 [LAB 1] o que é pra fazer??

Esse comportamento dos estudantes também foi descrito por SILVA (2011, p.32). No LAFIS, notamos que os estudantes dispersavam-se muito para identificarem-se, tanto é que, no primeiro experimento de aplicação do LAFIS, nenhum grupo iniciou a solução do problema proposto. Com o objetivo de melhorar o aproveitamento do tempo e, assim, o desempenho dos estudantes na solução do problema, modificamos a programação do *chat* no ambiente, de modo que os estudantes conseguissem identificar, desde o início das interações, na tela do LAFIS, quem é o seu par.

A pergunta feita pela estudante “Rose” na interação mostrada anteriormente revela também que os procedimentos a serem executados no ambiente não ficaram claros para ela. A partir disso, procuramos explicar mais detalhadamente, no início dos experimentos seguintes, aquilo que deveria ser realizado no ambiente para resolução dos problemas propostos. Além disso, procuramos observar mais detidamente se os enunciados dos problemas apresentavam-se com objetividade e eram de fácil entendimento.

Lembramos que, nessa fase piloto, não nos preocupamos em avaliar o processo de interação e mediação entre os sujeitos, e sim, buscamos verificar a usabilidade das ferramentas disponíveis, a acessibilidade e a interatividade do ambiente. Procuramos, ainda, analisar o tipo de problema a ser disponibilizado no ambiente.

Nos testes que fizemos antes de aplicar o LAFIS em sala de aula, era possível enviar um elemento (figura, gráfico, tabela ou equação) de um laboratório para o outro. Entretanto, ao testar essa funcionalidade com os estudantes (inicialmente no CEJAR), verificamos que, quando um grupo fazia esse procedimento, o elemento era enviado para o outro laboratório de todos os demais grupos cadastrados no problema. Devido a esse fato, tivemos que desabilitar essa função na aplicação piloto, e, por esse motivo, apresentamos inicialmente, aos estudantes, o problema do PhET[®].

Felizmente, conseguimos rever a programação do LAFIS e habilitar esse recurso para a segunda fase de aplicação, de forma que cada grupo, individualmente, pudesse controlar o envio de seus elementos.

Pelas filmagens realizadas, observamos que, no primeiro experimento com o uso do LAFIS, muitos estudantes interessaram-se pelo simulador do PhET[®], mas para brincar, em vez de usá-lo para resolverem os problemas propostos. Dentro de certos limites, acreditamos que esse comportamento seja favorável para a aprendizagem, uma vez que cria um clima inicial de

descontração na aula. Porém, após a euforia inicial, o professor teve que chamar a atenção dos estudantes para direcioná-los ao desenvolvimento da atividade proposta. A Figura 15 mostra os estudantes do CEJAR acessando o ambiente para resolução desse problema na fase piloto da pesquisa.



Figura 15 - Estudantes resolvendo o problema do PhET na fase piloto de aplicação do LAFIS no CEJAR.

O principal erro de programação encontrado nessa fase piloto estava no *chat* do LAFIS e foi identificado numa interação verbal dos estudantes com o professor: quando um colega postava uma mensagem no ambiente, o outro estudante tinha que atualizar a página ou postar uma mensagem para visualizar as que foram postadas anteriormente pelo colega. Analisando as interações virtuais, verificamos que esse erro interferiu diretamente no desempenho dos estudantes quanto à solução do problema proposto, em especial no primeiro dia de utilização do ambiente, pois, na ocasião, em cinco grupos, apenas um dos estudantes postava mensagens (como o colega do grupo não via as postagens, acreditamos que foi por esse motivo que não houve interação). Corrigimos esse erro colocando uma atualização automática (*refresh*) das mensagens a cada cinco segundos. Embora a estratégia do *refresh* possa sobrecarregar o servidor, especialmente se muitos usuários acessarem o ambiente simultaneamente, nos experimentos realizados não tivemos problemas de velocidade na conexão com o LAFIS, pelo fato de serem poucos os acessos. Sabemos, porém, que existem possibilidades tecnológicas mais avançadas para atualização do *chat* como, por exemplo, o usuário receber um pacote com apenas as novas mensagens submetidas. Essa limitação tecnológica pode ser aprimorada em projetos futuros.

Após a efetivação das correções e adequações no LAFIS, realizamos a segunda fase de aplicação do ambiente em sala de aula, que aconteceu no segundo semestre letivo de 2013. Apresentaremos, no capítulo seguinte, os resultados obtidos nessa etapa.

6. RESULTADOS E ANÁLISES – PARTE II

6.1. Segunda fase de aplicação do LAFIS

Os experimentos com o LAFIS foram realizados em duas escolas, com realidades socioculturais bem distintas, no município de Aquidauana – MS: A Escola Estadual Coronel José Alves Ribeiro (CEJAR) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

Na Escola Estadual Coronel José Alves Ribeiro (CEJAR) o regime de ensino é anual, sendo que o estudante fica retido na série correspondente, caso reprove em uma ou mais disciplinas. O laboratório de informática fica disponível aos estudantes no período de aula agendado pelo professor, porém os estudantes não podem utilizá-lo em outros horários, como, por exemplo, no contra turno. Quando iniciamos a pesquisa na escola cerca de dez computadores não estavam funcionando adequadamente. Para evitar esse tipo de problema nos experimentos formativos, o professor pesquisador, antes de iniciar a fase piloto, teve que ir à escola no contra turno, para fazer um trabalho de manutenção nessas máquinas. Isso, de fato, é pouco provável que aconteça em uma escola, pois, em geral, os professores não têm conhecimento técnico de manutenção em computadores, tampouco têm tempo suficiente para esse tipo de atividade. Mesmo com essa manutenção prévia, algumas máquinas apresentaram problemas na segunda fase de aplicação do LAFIS, inviabilizando o uso delas pelos estudantes.

Um fator que influenciou diretamente os experimentos formativos com o LAFIS, nessa escola, foram as condições do laboratório de informática, que não tinha um número suficiente de computadores em perfeito estado de funcionamento para todos os estudantes, como apontado por esses sujeitos no questionário de avaliação das aulas com o LAFIS (conf. ANEXO H). Dos 27 estudantes que preencheram o questionário, quatro disseram **não** ter gostado da aula com o LAFIS devido aos problemas com o computador.

Assim, dos 24 estudantes presentes nesse experimento formativo, apresentaremos, abaixo, as interações de apenas 20 estudantes, pois os outros quatro não conseguiram permanecer conectados ao ambiente devido aos problemas técnicos relatados anteriormente.

Antes de analisarmos as interações entre os estudantes, apresentaremos alguns aspectos da realidade socioeconômica de oito sujeitos dessa turma, pois os outros estudantes não preencheram o questionário socioeconômico.

Na época do experimento, a idade média desses sujeitos era de 16 anos, sendo que os estudantes de menor e maior idade tinham, respectivamente, 15 e 18 anos. Sete desses estudantes eram menores de 18 anos.

Com relação ao ensino fundamental (EF), sete sujeitos afirmaram tê-lo cursado somente em escolas públicas. Apenas um estudante cursou a maior parte do EF em escolas particulares.

Nas residências desses estudantes habitavam, em média, quatro pessoas. A Tabela 8 apresenta a renda familiar mensal desses sujeitos. Duas famílias, que não declararam sua renda mensal (ND), eram beneficiadas com o “Bolsa Família”.

Tabela 8 - Renda familiar mensal, em salários mínimos²⁶, dos estudantes participantes da pesquisa no CEJAR.

Renda Mensal “x”	ND	$1 \leq x < 2$	$2 \leq x < 3$	$4 \leq x < 5$	$9 \leq x < 10$
Número de Estudantes	2	1	2	1	2

No que diz respeito a acesso ao computador e à *internet*, um dos estudantes não preencheu as informações correspondentes, no questionário. Dos outros sete sujeitos, três declararam não possuir computador em casa, mas apenas um desses não possui acesso à *internet*. Entretanto, seis estudantes relataram que acessam a *internet* pelo celular e todos disseram saber navegar na *internet* e utilizar ferramentas básicas de edição, como o *Microsoft Word*. Esse conhecimento básico dos recursos tecnológicos pelos estudantes configura-se como um fator favorável para o desenvolvimento das aulas com o uso do computador.

Do ponto de vista estatístico, esses valores não têm significado, porque o número de sujeitos é muito pequeno (oito de um total de 20). O que podemos afirmar, é que esses dados mostram que os estudantes participantes dessa pesquisa, independente das classes salariais, tem acesso as tecnologias.

Após essa breve caracterização do perfil desses estudantes, passaremos à análise detalhada do experimento de aplicação do LAFIS no CEJAR para, em seguida, sintetizar os resultados obtidos.

Na segunda fase de aplicação do LAFIS, buscamos apresentar aos estudantes problemas que só podiam ser resolvidos com a troca de elementos entre os laboratórios, impulsionando, assim, os estudantes a interagirem entre si. No início dos experimentos, orientamos os estudantes a clicar sobre os elementos quando desejassem enviá-los ao colega alocado no outro laboratório, de modo que as informações poderiam ser trocadas entre os estudantes quantas

²⁶ Consideramos o salário mínimo vigente no ano de 2013, equivalente a R\$678,00.

vezes fosse necessário. Orientamos também os estudantes a solicitarem auxílio ao professor pelo *chat*, sempre que julgassem necessário.

Nossa escolha por realizar a pesquisa também no IFMS, mais especificamente no Campus Aquidauana, deve-se ao fato de o professor pesquisador lecionar a disciplina de Física nessa instituição, o que possibilitou a avaliação acerca das implicações da influência do professor no desenvolvimento das interações e mediações no AVEA. Portanto, no IFMS, além de o professor regente ter conduzido os experimentos com o LAFIS, ele também lecionou a disciplina de Física nessa turma durante todo o semestre.

No IFMS há um processo de seleção para o ingresso dos estudantes que prevê a aplicação de uma prova, seletiva, com questões de conhecimentos gerais do Ensino Fundamental.

Com relação aos laboratórios de informática, estes ficam disponíveis aos estudantes em período integral. Como a instituição tem dois técnicos em informática, todos os computadores apresentam bom estado de funcionamento e de acesso à *internet*.

No IFMS, todos os professores têm formação na sua área específica de atuação, sendo a maioria do quadro constituído por docentes efetivos. Outra peculiaridade dessa instituição são as bolsas de permanência e de iniciação científica, concedidas a muitos dos estudantes, e que, de alguma maneira, contribuem para o desempenho escolar deles. Conforme constatamos junto à instituição, diversos estudantes relataram que com o auxílio de R\$150,00 mensais da bolsa permanência conseguem, conforme a necessidade, realizar ações que não seriam possíveis sem esse auxílio, como comprar material didático, alimentar-se na escola (e assim passar o dia todo na instituição) e custear, ao menos em parte, suas despesas com transporte.

Com relação aos bolsistas de Iniciação Científica (IC), segundo o coordenador de pesquisa do Campus, o que se observa, de modo geral, é que esses estudantes tendem a adotar um posicionamento mais crítico, ou seja, a pesquisar antes de falar a respeito de algo. Costumam realizar apresentações, nas disciplinas, com uma qualidade que se destaca dos demais estudantes. Na disciplina de Projeto Integrador, por exemplo, por meio da qual estudam metodologia da pesquisa, os bolsistas de IC se destacam, porque já sabem como se desenvolve um problema de pesquisa, como iniciar uma revisão bibliográfica e alguns, desde o início do curso, já desenvolvem o trabalho de conclusão de curso (TCC) com autonomia.

O regime de ensino no IFMS é semestral; os estudantes podem avançar para o período seguinte, ainda que tenham reprovado em algumas disciplinas, que deverão ser posteriormente concluídas. É importante salientar que a turma investigada no IFMS não faz um curso de Ensino

Médio tradicional, mas sim um Curso Técnico Integrado, com duração de três anos e meio. Esse curso é composto por disciplinas do Ensino Médio (denominadas genericamente de “núcleo comum”), por disciplinas específicas, estágio supervisionado e inclui, também, um TCC.

Antes de analisar os experimentos formativos com o Ambiente Virtual nessa instituição, apresentaremos os principais aspectos da realidade socioeconômica dos 17 estudantes do IFMS que participaram da pesquisa e algumas características do curso frequentado pelos mesmos. Esses dados, apresentados abaixo, foram obtidos por meio do questionário socioeconômico, disponível no ANEXO D.

Os estudantes que participaram da pesquisa cursavam, na época, o quarto semestre do Curso Técnico Integrado em Edificações. A grade curricular desse curso é composta pelas disciplinas regulares do Ensino Médio, como é o caso da Física, e também por disciplinas específicas da área de edificações. O egresso pode exercer a profissão de técnico em edificações, podendo autorizar e supervisionar a construção de obras com até 80 m².

Essa turma do IFMS, na época da pesquisa, era composta por nove pessoas do gênero masculino e nove do gênero feminino, com idade média de 18,7 anos, sendo que os estudantes de menor e maior idade tinham, respectivamente, 15 e 41 anos. A maior parte da turma (13 estudantes) era composta por menores de 18 anos. A Figura 16 registra o momento em que os estudantes do IFMS que participaram da segunda fase de aplicação do LAFIS acessavam o ambiente virtual em um dos laboratórios de informática da instituição.



Figura 16 - Estudantes do IFMS se cadastrando no LAFIS na segunda fase de aplicação do ambiente.

Com relação ao ensino fundamental (EF), 13 sujeitos afirmaram tê-lo cursado somente em escolas públicas, dois estudantes cursaram-no apenas em escolas particulares. Dois estudantes cursaram a maior parte do EF em escolas públicas e outro o fez em escolas particulares.

Nas residências desses estudantes habitavam, em média, quatro pessoas, sendo que oito possuíam renda familiar mensal superior a quatro salários mínimos, como mostra a Tabela 9. Duas famílias com renda inferior a um salário mínimo recebiam o “Bolsa Família”.

Tabela 9 - Renda familiar mensal, em salários mínimos, dos estudantes participantes da pesquisa no IFMS.

Renda Mensal “x”	$x < 1$	$1 \leq x < 2$	$2 \leq x < 3$	$3 \leq x < 4$	$4 \leq x < 5$	$5 \leq x < 6$	$7 \leq x < 8$	$8 \leq x < 9$	10 ou +
Número de Estudantes	3	3	1	2	3	1	1	2	1

É interessante notar que, entre os 18 estudantes, apenas um deles não possuía computador e *internet* em casa. O fato de quase todos esses estudantes terem acesso ao computador e à *internet* em casa, somado ao conhecimento técnico de informática que já haviam adquirido no curso, configura-se como um fator socio-cultural favorável para a realização das aulas com o uso do computador. Isso ficou evidente, também, pelo fato de que, durante as aulas, a maioria dos estudantes conseguiram acessar e navegar pelo ambiente sem que houvesse necessidade do auxílio técnico do professor. A única exceção foi um estudante, que não lembrava sua senha, mas que a recuperou por e-mail, após receber auxílio do professor.

Lembramos que a escolha de duas escolas com perfil muito diferentes não foi para estabelecer uma comparação entre o desempenho dos estudantes, mas, conforme preconiza a teoria histórico-cultural de Vygotsky, para evidenciar exatamente as influências socioculturais e o processo de interação entre os sujeitos dessas respectivas escolas.

Tivemos uma limitação de tempo de duas semanas para a realização da pesquisa no CEJAR (entre 25 de novembro e 6 de dezembro de 2013). Por esse motivo, trabalhamos apenas com o problema da “onda periódica” (Quadro 2) nessa escola. Nesse período, a professora regente da disciplina autorizou a realização dos experimentos com o LAFIS pelo professor pesquisador. Logo, a condução das aulas **não** foi realizada pela professora regente da turma, mas ela estava presente na sala em todas as aulas, e participou realizando a chamada e, por vezes, solicitava silêncio aos estudantes.

Quadro 2 - Problema da “onda periódica” apresentado aos estudantes do CEJAR e do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.

A figura mostrada no laboratório 2 representa uma onda periódica propagando-se na água (a onda está representada de perfil). Considerando que a velocidade de propagação desta onda é de 4 m/s e que cada quadradinho possui 10 cm de lado, determine:

- O comprimento de onda.
- A amplitude da onda.
- A frequência de oscilação da onda.
- O período de oscilação do barquinho sobre a onda.
- o tempo necessário para a onda se deslocar 1 quilômetro (Km).

ATENÇÃO: as equações para solução do problema encontram-se no laboratório 1.

Elementos do Laboratório 1:	Elemento do Laboratório 2:
$v = \frac{\lambda}{T}$ $v = \lambda \cdot f$ $f = \frac{1}{T}$	

O problema da “onda periódica”, apresentado no Quadro 2, foi aplicado nas duas instituições de ensino (CEJAR e IFMS), pois queríamos nos certificar se os estudantes já haviam internalizado os conceitos de comprimento de onda, amplitude, velocidade de propagação da onda, frequência e período. Nosso objetivo era também identificar as possíveis concepções cotidianas dos estudantes quanto a esses conceitos, mediando-os durante o experimento com o LAFIS, a fim de promover a aprendizagem dos respectivos conceitos científicos. Assim, consideramos que para os estudantes que já haviam internalizado esses conceitos, essa questão da “onda periódica” constituiu-se como um exercício. No entanto, para os estudantes nos quais estes conceitos ainda se encontravam em um nível cotidiano, a questão da “onda periódica” se constituiu como um problema.

Quanto à utilização do LAFIS no IFMS, além do problema da “onda periódica”, analisamos também os resultados obtidos por meio do problema do “apito”, cujo enunciado é apresentado no Quadro 8, mostrado na página 140.

Além dos problemas da “onda periódica” e do “apito”, no IFMS trabalhamos também com os problemas do “nível sonoro” (Quadro 3), do “vampiro” (Quadro 4) e da “corda” (Quadro 5). Todos esses problemas encontram-se no “Banco de Questões” do LAFIS e podem ser aplicados por outros professores em suas respectivas instituições de ensino.

Quadro 3 - Problema do “nível sonoro” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.

(UERJ modificado) Seja NS o nível sonoro de um som, medido em decibéis. Esse nível sonoro está relacionado com a intensidade do som, I, pela equação:

$$NS = 10 \cdot \log(I/I_0)$$

A intensidade padrão I_0 é igual a 10^{-12}W/m^2 . A tabela mostrada no laboratório 2 apresenta os valores de I aferidos a distâncias idênticas das respectivas fontes de som. Sabendo que há riscos de danos ao ouvido médio a partir de 90dB, quais as fontes da tabela cuja intensidade de emissão de sons está na faixa de risco?

Elemento do Laboratório 2:

Fonte de Som	I (W/m^2)
Turbina de avião	$1,0 \cdot 10^2$
Amplificador de som	1,0
Triturador de lixo	$1,0 \cdot 10^{-4}$
TV	$3,2 \cdot 10^{-5}$

Embora o problema do “nível sonoro” se assemelhe a um exercício tradicional, que trabalha meramente com a substituição de valores na equação correspondente, nossa principal intenção foi verificar se os estudantes já sabiam identificar a distinção entre intensidade sonora e nível de intensidade sonora, pois uma concepção muito comum entre os estudantes é que essas duas grandezas físicas são consideradas idênticas. Para aqueles que já sabiam diferenciar essas grandezas e realizar os cálculos com a equação correspondente, de fato essa questão pode ser vista como um mero exercício de aplicação de dados. No entanto, para aqueles sujeitos que não sabiam diferenciar esses conceitos e/ou efetuar as operações necessárias, consideramos que tal questão se constituiu como um problema para esses sujeitos.

Está também disponível no “Banco de Questões” do LAFIS o problema do “vampiro”, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 - Problema do “vampiro” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.

Leia a tirinha mostrada no laboratório 1, na qual o vampiro é acordado pelos morcegos. Discuta com o seu colega pelo bate-papo do LAFIS a seguinte questão: **considerando a situação mostrada na tirinha, uma pessoa normal seria acordada pelos morcegos? Por quê?**

Elemento do Laboratório 1:



Por conta do recorte de análise selecionado para esta tese, já explicado anteriormente, não analisaremos aqui em maior profundidade os resultados obtidos nos experimentos realizados com o problema do “vampiro”. Um detalhamento dessas análises pode ser encontrado em Mello e Gobara (2014b). Embora esse problema pareça extremamente simples e apresente apenas um elemento para troca entre os laboratórios, ele exige que o estudante:

- 1) Conheça o conceito científico de **ultrassom**, que é uma onda sonora com frequência superior a 20.000 Hz;
- 2) Conheça o conceito científico de que o **som** é uma onda sonora com frequência situada, aproximadamente, entre 20 Hz e 20.000 Hz.
- 3) Conheça o conceito científico de que o **som audível** para o ser humano é aquele que possui frequência situada justamente no intervalo do **som**, entre 20 Hz e 20.000 Hz;
- 4) Interprete, a partir da tirinha, que os morcegos emitem ondas sonoras na faixa do ultrassom;
- 5) Interprete, a partir da tirinha, que o “vampiro” só é “acordado pelos morcegos” porque ele não é um ser-humano.
- 6) Compreenda que um **ser humano normal**, isto é, um “não-vampiro”, não seria acordado pelos morcegos, pois o ser humano não escuta sons acima de 20.000 Hz.

A partir da aplicação desse problema em sala de aula percebemos que dez dentre os 16 estudantes participantes da pesquisa ainda não haviam internalizado a distinção entre os conceitos científicos de altura e intensidade do som. Alguns estudantes apresentaram conceitos cotidianos muito comuns quando se estuda esse conteúdo, ao afirmarem que dependendo do som emitido pelos morcegos, isto é, se a “intensidade” fosse muito elevada, um ser humano acordaria, sim, com um ultrassom. Em outro caso de concepção cotidiana, uma estudante comentou que, ainda que um ser humano não fosse acordado por um ultrassom, isso geraria um incômodo no ouvido. Durante o experimento formativo, esses comentários evidenciaram, para

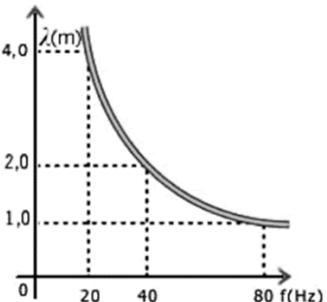
o professor pesquisador, a necessidade de realizar mediações no sentido de diferenciar os conceitos científicos de altura (frequência) do som e intensidade sonora. A partir dessa diferenciação, procuramos também distinguir as faixas de frequência denominadas infrassom, som e ultrassom.

O Quadro 5 mostra o problema da “corda”, também cadastrado no LAFIS e aplicado no IFMS.

Quadro 5 - Problema da “corda” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.

Um vibrador situado em uma das extremidades de uma corda esticada produz ondas de frequência f (que pode ser variada), às quais se propagam ao longo da corda. O gráfico mostrado no laboratório 1 representa o comprimento de onda em função da frequência para este caso. Determine o módulo da velocidade de propagação da onda, em unidades do SI.

ATENÇÃO: as equações para solução do problema encontram-se no laboratório 2.

Elemento do Laboratório 1:	Elemento do Laboratório 2:
	$v = \frac{\lambda}{T}$ $v = \lambda \cdot f$ $f = \frac{1}{T}$

Nesse problema, o principal conceito científico que queríamos avaliar nos estudantes é o de que a velocidade de propagação da onda na corda é a mesma para qualquer frequência de vibração, uma vez que a velocidade de propagação de uma onda em uma corda depende apenas da tensão aplicada pela fonte de vibração e da densidade da corda. Essa compreensão do fenômeno poderia ser avaliada caso o estudante escolhesse apenas um valor específico de comprimento de onda e da frequência correspondente para efetuar os cálculos, em vez de realizar os cálculos a partir dos três conjuntos de dados fornecidos no gráfico. Obviamente, o professor também pode, e em algumas situações deverá, realizar mediações no sentido de questionar se o estudante fez os cálculos usando apenas um valor do gráfico, tendo em vista que a velocidade de propagação da onda é invariável, nesse caso. O problema também é útil para avaliar a habilidade do aluno na interpretação de gráficos, isto é, se os estudantes conseguem obter os dados do gráfico e utilizar a equação correspondente para obter a velocidade de propagação da onda, uma vez que foram fornecidas diversas equações; ou seja, permite verificar se ele sabe identificar e interpretar os signos que são próprios da linguagem

da Física. Resta saber se, nesse processo interativo e colaborativo, a apropriação dessa linguagem simbólica estará associada à compreensão do fenômeno físico estudado.

Apresentaremos, agora, os resultados obtidos na Escola Estadual CEJAR, para o problema da “onda periódica”.

6.1.1. Experimento Formativo na Escola Estadual CEJAR

6.1.1.1. Problema da “Onda Periódica”

Dentre os 20 estudantes que resolveram esse problema no ambiente, apenas 15 responderam o teste de conhecimentos prévios (ANEXO E), que foi aplicado antes dos experimentos com o LAFIS, a fim de identificar se os conceitos físicos básicos presentes no problema da “onda periódica” já faziam parte dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Nesse teste, apenas dois estudantes conseguiram identificar o “comprimento de onda” a partir do gráfico representativo de uma onda periódica, sendo que somente uma das estudantes que acertou o valor do comprimento de onda conseguiu calcular também a frequência e o período da onda. Outras três estudantes até sabiam utilizar corretamente a equação correspondente para o cálculo da frequência, mas, como haviam errado o valor do comprimento de onda, não conseguiram obter o valor da frequência. Outras duas estudantes também sabiam como calcular o período, mas como não acertaram o valor da frequência e do comprimento de onda não conseguiram obter o período correto.

Esses resultados evidenciaram que ainda deveriam ser promovidas situações desencadeadoras de aprendizagem para que os estudantes internalizassem esses conceitos básicos. Diante dessa evidência, na aula seguinte, fizemos a correção do teste de conhecimentos prévios com os estudantes, porém, devido ao reduzido intervalo de tempo que tínhamos para realizar a pesquisa na escola, uma vez que esta se encontrava na véspera de fechamento do ano letivo, tivemos que realizar os experimentos com o LAFIS já na aula seguinte.

Grupo GA1 – Estudantes A1 e A2

Analisando o teste de conhecimentos prévios dessas estudantes, verificamos que ambas não sabiam identificar graficamente o comprimento de onda e a amplitude de uma onda periódica. Elas até sabiam utilizar as equações para o cálculo da frequência e do período da

onda, mas não chegaram aos valores corretos pelo desconhecimento do que é comprimento de onda.

Apresentamos, abaixo, as primeiras interações dessas estudantes para, em seguida, procedermos às análises:

[04/12/13 - 7:30] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - A1] woohoooo aniversário do A18
[04/12/13 - 7:33] Abre Laboratório 2
[LAB 2 - A2] ciao
[LAB 2 - A2] ciao sfìggi
[LAB 1 - A1] A2!!!!
[LAB 1 - A1] nao fala italiano
[LAB 2 - A2] ciao sfìggi
[LAB 1 - A1] A2 faz ai a conta
[LAB 2 - A2] gne gne
[LAB 2 - A2] se vuoi che ti parli in italiano basta chiedere :)
[LAB 2 - A2] so sozinha
*[LAB 2 - A2] *sozinha* :)*
[LAB 2 - A2] io lo so che non sono solo anche quando sono solo

Essas primeiras interações mostram que a estudante A2 parecia, inicialmente, não estar interessada em resolver o problema. Como proposto pela análise microgenética, é importante destacar um aspecto histórico-cultural dessa situação: A2 é uma aluna italiana que estava fazendo um intercâmbio no Brasil, daí a explicação para as palavras nessa língua. A estudante A1, por sua vez, solicitou, à colega, que não falasse em italiano e que fizesse os cálculos. Em seguida, A1 procurou iniciar a resolução do problema:

[LAB 1 - A1] vamos la entaum,
[LAB 1 - A1] A)
[LAB 1 - A1] pelos meus calculos deu 12
[LAB 1 - A1] B) hummmm , érr 4
[LAB 1 - A1] c) naum consegui

Pelos cálculos de A1, o comprimento de onda seria “12”. O que a estudante fez, na realidade, foi contar o número de quadrados da figura equivalente a um comprimento de onda e meio, um conceito cotidiano para o comprimento de onda comum entre alguns estudantes, tal qual a concepção de considerar apenas meio ciclo para a contagem do comprimento de onda. Ela também não calculou essa distância (em centímetros ou metros) para o número de quadrados contabilizados.

Quanto ao valor “4” obtido por A1 para a amplitude da onda, também se trata de um conceito cotidiano ainda recorrente entre a maioria dos estudantes, que, antes de internalizarem o conceito correto de amplitude, costumam medi-la pela distância vertical entre a crista e o vale da onda. Novamente a estudante não calculou a distância, mas apenas contou o número de quadrados.

Nessas mensagens postadas por A1 não há uma interanimação²⁷ de vozes e não há a participação da colega A2, portanto, seu discurso pode ser classificado como *não-interativo* e *de autoridade*. Nesse momento, caberia uma intermediação do professor no sentido de auxiliar essa estudante a compreender os conceitos científicos de comprimento de onda e amplitude, bem como o procedimento para medir essas grandezas na figura do problema. Essas mediações não foram realizadas porque nesse momento inicial da aula o professor estava resolvendo o problema de acesso de alguns estudantes à *internet*, bem como ligando alguns computadores que apresentaram problemas de inicialização.

Em seguida, A2 também posta as suas respostas:

[LAB 2 - A2] a) 0,8 m
 [LAB 2 - A2] B) 0,2 m
 [LAB 1 - A1] ataaa
 [LAB 1 - A1] eu esqueci de um numero aqui
 [LAB 2 - A2] C) 5 s
 [LAB 1 - A1] mais deu isso mesmo
 [LAB 2 - A2] D) 0,2 s
 [LAB 2 - A2] E) 250 s
 [LAB 1 - A1] minhas contas estavam esrradas
 [LAB 1 - A1] maios eu ja arrumei
 [LAB 2 - A2] A10 é scemo
 [LAB 2 - A2] TANTI AUGURIIIIII!!!!
 [LAB 2 - A2] BUON COMPLEANNO!
 [LAB 2 - A2] Tiriamogli le orecchie!

O discurso de A2 também foi *não-interativo de autoridade*. Embora suas respostas pareçam ter sido consideradas por A1, nas falas “ataaa [...] eu esqueci de um numero aqui [...] mais deu isso mesmo”, essa estudante não apresentou detalhes de sua afirmação, isto é, que número esqueceu, ou que contas foram corrigidas. O professor pesquisador poderia ter solicitado que A1 apresentasse esse detalhamento no ambiente, porém essa interação não foi realizada.

O que efetivamente esperávamos das estudantes é que elas interagissem por meio do ambiente, a fim de sanarem suas dúvidas, discutindo as respostas de cada questão proposta e os procedimentos de resolução das mesmas. No entanto, o que pudemos perceber, pelas postagens, é que cada uma enviou a resposta que considerava correta, sem que houvesse uma discussão dos resultados obtidos. A abordagem comunicativa entre essas estudantes foi, predominantemente, *não-interativa de autoridade*. Portanto, podemos considerar que as interações entre as estudantes não foram colaborativas.

²⁷ Interanimação de vozes é quando as “vozes” de um influenciam no enunciado do outro. Se a interanimação de vozes acontecer de forma não explícita (“invisível”), tem-se o que Bakhtin denominou de dialogicidade oculta (WERTSCH, 1993 *apud* DUARTE; REZENDE, 2008).

Embora tenha, inicialmente, se equivocado quanto à unidade de medida da frequência (item c), a estudante A2 chegou às respostas corretas após tirar dúvidas verbalmente com o professor e com os colegas mais próximos.

Devido a diversos problemas nos computadores e pelo fato de os estudantes estarem acostumados a tirar dúvidas verbalmente com o professor, não conseguimos acompanhar todas as interações virtualmente. O ideal seria ter mediado esse grupo mais atentamente, em especial a estudante A1, que tinha mais dificuldades, questionando, assim, cada resposta dada, e os procedimentos realizados para obter esses valores, etc. Todavia, devido ao atendimento e à movimentação que o professor precisou fazer, em sala de aula, tirar as dúvidas verbalmente e resolver os problemas de acesso ao ambiente, não conseguimos fazer todas essas mediações, interagindo apenas próximo ao término do experimento, como podemos ver nas interações mostradas a seguir:

[PROFESSOR] A1 e A2, verifiquem se as unidades de frequência e período estão corretas...
[LAB 2 - A2] frequencia 5 hz
[PROFESSOR] Concorda A1?
[04/12/13 - 8:32] Fecha Laboratório 2
[LAB 1 - A1] hummm , perai

Com base nas interações virtuais, não conseguimos identificar claramente se foram promovidos processos de aprendizagem para essas estudantes. Porém, analisando as avaliações respondidas por A1 e A2, após o experimento com o LAFIS, verificamos que as estudantes conseguiram: identificar graficamente o comprimento de onda e converter a sua ordem de grandeza de centímetros para metros; calcular o período da onda a partir do valor da frequência; obter a velocidade de propagação de uma onda a partir dos valores da frequência e do comprimento de onda.

Portanto, com base na avaliação respondida, há indícios que elas parecem ter internalizado os procedimentos para determinar o valor do comprimento de onda, da frequência e do período de propagação de uma onda. Nesse sentido, os resultados sugerem uma evolução no processo de apropriação desses conceitos, já que no teste de conhecimentos prévios essas estudantes não conseguiram obter essas grandezas.

Pela análise do teste de conhecimentos prévios, verificamos que a estudante A1 apresentava um conceito cotidiano de que o comprimento de onda seria a distância de propagação em meio ciclo. A1 não apontou o valor para a amplitude da onda mostrada no teste. A estudante A2, por sua vez, pareceu ter confundido esses conceitos, trocando um pelo outro. Quando solicitado o comprimento de onda, ela apresentou um valor equivalente ao dobro da amplitude, sugerindo o conceito cotidiano de que a amplitude seria a distância vertical entre a

crista e o vale da onda. Na questão seguinte, quando solicitado o valor da amplitude, A2 apresentou o tamanho do comprimento de onda.

Quanto ao conceito de amplitude da onda, a estudante A1 continuou apresentando-a como a distância vertical entre o vale e a crista, a mesma concepção espontânea do teste de conhecimentos prévios e a manteve, mesmo após a resolução do problema no LAFIS. Isso significa que ela não conseguiu superar a noção espontânea que ela tem sobre o conceito de amplitude. Neste caso, como verificamos, não houve interações no sentido de questionar as suas ideias espontâneas e auxiliá-la na obtenção do valor da amplitude solicitada. Assim, podemos dizer que para esse conceito não houve uma mediação por parte do professor ou da sua colega de grupo, uma vez que, nas interações pelo ambiente, a sua colega A2 apenas postou o valor 0,2 m para a amplitude e não explicou como foi calculado. Também, pela dificuldade da língua, a interação foi dificultada, pois A2 escrevia em italiano. Os resultados da avaliação evidenciaram que somente a estudante A2, que interagiu verbalmente com o professor e com outros colegas, conseguiu responder corretamente as questões sobre a amplitude, o que sugere que ela internalizou o procedimento para obter a medida da amplitude da onda.

Grupo GA2 – Estudantes A3 e A4

Nesse grupo, a estudante A3 não estava presente na aula em que o teste de conhecimentos prévios foi respondido pela turma. A estudante A4, comparativamente aos demais colegas da sala, foi muito bem no teste prévio, pois conseguiu identificar graficamente o valor do comprimento de onda e foi a única a acertar o período e a frequência da onda. A estudante A4, tal qual a estudante A1 do grupo GA1, também tinha uma concepção cotidiana de amplitude como sendo a distância vertical entre a crista e o vale da onda.

As interações abaixo mostram o diálogo entre A3 e A4, bem como as mediações feitas pelo professor:

[04/12/13 - 7:30] Abre Laboratório 1
[04/12/13 - 7:30] Abre Laboratório 2
[LAB 1 - A3] oii
[LAB 2 - A4] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - A3] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 2 - A4] passa comprimento de onda
[LAB 2 - A4] A3!!!!!!!!!!!!!!!
[LAB 2 - A4] óh, comprimento de onda: 80cm
[LAB 2 - A4] amplitude: 20m
[LAB 2 - A4] frequencia: 5hz
[LAB 1 - A3] oii
[LAB 1 - A3] $t=0,2$
[LAB 1 - A3] o tempo necessário é 250s
[PROFESSOR] A amplitude é 20 metros mesmo?

*[PROFESSOR] Como calcularam a frequência e o período?
 [PROFESSOR] ???
 [04/12/13 - 8:42] Fecha Laboratório 1*

Novamente, percebemos que as estudantes apenas postaram as respostas e não fizeram uma discussão e reflexão dos dados obtidos no ambiente virtual. O discurso das estudantes pode ser classificado como *não-interativo de autoridade*, já que em nenhum momento houve interanimação de ideias e uma sequência discursiva com a participação de ambas as estudantes. O professor até procurou mediar a interação entre elas, perguntando se a amplitude realmente seria de 20 metros e como calcularam a frequência e o período da onda, porém as estudantes não responderam.

Diante da falta de informações nas interações virtuais para analisar os processos de aprendizagem ocorridos por esses estudantes, procuramos, também, analisar as interações verbais durante esse experimento. Entretanto, tivemos algumas dificuldades na recuperação de dados por esse meio, porque capturamos as interações verbais usando apenas uma câmera de vídeo, e os estudantes interagem simultaneamente, às vezes distantes do microfone, não sendo possível identificar claramente muitas das falas. Além disso, a câmera ficou fixa em um determinado ponto da sala, em um ângulo visual que não permitiu visualizar todos os estudantes. Portanto, as filmagens foram úteis apenas para capturar as falas do professor, a movimentação dos estudantes e do professor em sala de aula. Outro detalhe importante capturado pela filmagem é que alguns estudantes apareceram copiando respostas do caderno do colega. Logo, não sabemos se todos os estudantes, de fato, desenvolveram as resoluções, ou simplesmente postaram as respostas corretas no ambiente. Um fato que explica, em parte, a falta de sucesso de muitos estudantes no desenvolvimento da atividade proposta, foi o acesso a *sites* diferentes do LAFIS e conversas alheias ao objetivo do experimento.

Procuramos superar algumas das limitações metodológicas analisando as avaliações respondidas pelas estudantes A3 e A4 após o experimento com o LAFIS. Identificamos que a estudante A4 apresentou no teste prévio o conceito cotidiano de que a amplitude seria a distância vertical entre a crista e o vale. No entanto, as respostas dessa estudante à avaliação, posterior ao uso do LAFIS, sugerem que ela passou por um processo de evolução conceitual em direção ao conceito científico²⁸ de amplitude, pois, na avaliação, ela indicou graficamente que essa grandeza pode ser medida pela distância entre o ponto médio da vibração e a crista da onda.

²⁸ O conceito científico da amplitude de uma onda pode ser expresso como “[...] a distância entre o ponto médio da vibração e a crista (ou vale) da onda. Portanto, a amplitude é igual ao máximo afastamento em relação ao equilíbrio.” (HEWITT, 2011, p. 240).

Já a estudante A3 não conseguiu identificar graficamente o comprimento de onda e a amplitude de uma onda, apresentando, ainda, o conceito espontâneo de que a amplitude seria a medida vertical da crista ao vale da onda. A3 também não demonstrou ter internalizado os procedimentos para os cálculos do período e da velocidade de propagação da onda.

Esse resultado nos leva a refletir sobre as distribuições das informações em cada laboratório e as tarefas de cada estudante nos seus respectivos laboratórios, já que A4 conseguiu resolver o problema e A3 não, pois o objetivo desse AVEA é mobilizar os estudantes a estabelecerem interações colaborativas que contribuam para o processo de internalização dos conceitos em questão. Creditamos, também, a falta de uma intervenção mais incisiva do professor, no sentido de buscar o restabelecimento da interação necessária para favorecer a aprendizagem, principalmente de A3.

Grupo GA3 – Estudantes A5 e A6

Nesse grupo, o estudante A6 teria conseguido acessar o ambiente e abrir o laboratório 2, porém não interagiu com o colega A5:

[04/12/13 - 7:30] Abre Laboratório 2
[04/12/13 - 7:40] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - A5] conseguiram resolver?
[LAB 1 - A5] tem como alguém me manda a figura
[LAB 1 - A5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[PROFESSOR] A6, você precisa enviar a figura para o outro laboratório.
[LAB 1 - A5] axo q veio trocada essas msg hein...-**
[PROFESSOR] Como assim A5?
[LAB 1 - A5] nada professor pq a msg q veio pra mim tava escrito A6
[LAB 1 - A5] A10 VC TA ONLINE?

Não sabemos, ao certo, se a estudante A6 teve alguma dificuldade técnica com o computador ou se apenas fez *login* no ambiente e, por falta de interesse de resolver o problema, foi navegar em outros *sites*. Essa situação nos leva a refletir a respeito da necessidade de gravar as ações dos estudantes na tela do computador, constituindo-se em uma importante fonte de dados para análise em experimentos futuros com o LAFIS.

Infelizmente, diante de tal situação, a estudante A5, que estava interessada em resolver o problema, não teve condições de desenvolver a atividade, pois somente o seu par poderia enviar a figura da onda periódica.

Pela falta de familiaridade com a turma, o professor pesquisador não sabia quem era A6 e, por essa razão, não pôde verificar *in loco* qual o motivo da falta de interação.

Analisando as avaliações respondidas pelas estudantes após o experimento com o LAFIS, verificamos que as estudantes A5 e A6 ainda apresentavam o conceito cotidiano de

amplitude como a distância vertical da crista ao vale da onda, porém, demonstraram que aprenderam a medir o comprimento de onda²⁹. As estudantes não calcularam, nas avaliações, o período e a velocidade de propagação da onda a partir dos dados fornecidos.

Grupo GA4 – Estudantes A7 e A8

Nesse grupo, o estudante A7 não respondeu ao teste de conhecimentos prévios. Analisando o teste respondido pela estudante A8, verificamos que ela ainda não sabia identificar graficamente o comprimento de onda e a amplitude, tampouco sabia calcular a frequência e o período da onda.

Apresentamos, abaixo, as principais interações desse grupo para, em seguida, procedermos às análises:

[04/12/13 – 7:31] Abre Laboratório 2
[LAB 2 – A8] Oie
[04/12/13 – 7:33] Abre Laboratório 1
[LAB 1 – A7] i aiiii
[LAB 1 – A7] oi A1 AQI
[LAB 1 – A7] NÃO MANDEI VÇ SER FEIO PRA NINQUEM TI QUERE VAI MORA LA NO MATO PRA ONÇA TII COMEEE
[LAB 1 – A7] KKKKK ALQUEM ME RESPONDE
[LAB 2 – A8] A7 vc sabe alguma coisa
[LAB 1 – A7] TO FZDUU OS CALCULOS DAI PSS A RESPOSTA
[PROFESSOR] A8, você precisa enviar a figura para o laboratório do A7
[PROFESSOR] A7, você precisa enviar as equações para a A8
[LAB 2 – A8] http://www.floreespinho.com.br/lafis/elementos.asp?id_problema=82&lab=2&id_grupo=259&elemento=59&id=133&acao=True
[PROFESSOR] É só clicar sobre a figura, não precisa enviar o link.
[LAB 2 – A8] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 – A7] t: s
[LAB 1 – A7] t:250 s
[LAB 1 – A7] s:1 km
[LAB 1 – A7] 5 hz
[LAB 1 – A7] 0.2 s
[PROFESSOR] Qual a resposta das questões (a) e (b)?
[04/12/13 – 8:35] Fecha Laboratório 2
[04/12/13 – 8:36] Abre Laboratório 1
[LAB 1 – A7] comprimento da onda é 0,8
[LAB 1 – A7] amplitude é 0,2

Essas interações revelam que não estava claro, inicialmente, para a estudante A8, como o ambiente funcionava, pelo fato de ela só haver enviado a figura ao colega do laboratório 1 após a solicitação feita pelo professor. Diante disso, o professor pesquisador passou a postar,

²⁹ Não podemos afirmar, categoricamente, que essas estudantes internalizaram que o conceito científico de comprimento de onda é a distância de propagação da onda no período de tempo igual a um ciclo. Elas podem, simplesmente, ter efetuado essa medida por imitação. Portanto, podemos dizer que elas estão em **processo** de internalização desse conceito, pois um passo importante para entender o conceito é compreender o procedimento de medida.

nos experimentos seguintes, uma mensagem a todos os grupos indicando que, ao clicar nas figuras, tabelas e equações, estas são enviadas de um laboratório a outro quantas vezes forem necessárias.

No que diz respeito ao problema propriamente dito, não houve uma interação entre os estudantes a fim de discutirem as respostas obtidas. O único discurso *interativo* entre eles aconteceu quando A8 perguntou se A7 sabia resolver o problema, e o colega informou que faria os cálculos e enviaria as respostas. O estudante A7 postou, inicialmente, as respostas dos itens “e”, “c” e “d”. Após o professor solicitar as respostas dos itens “a” e “b”, o estudante A7 postou também o comprimento de onda e a amplitude da onda, esquecendo-se, porém, de mencionar a unidade de medida (metros). A ideia do professor era estabelecer um padrão de interação I-R-F, todavia ele não pode enviar o *feedback* ao estudante devido ao término do horário de aula.

Para verificar se esses conceitos haviam sido internalizados pelos estudantes, analisamos as avaliações realizadas na aula seguinte à utilização do LAFIS. A estudante A8 revelou não ter se apropriado de nenhum dos conceitos trabalhados no problema (identificação gráfica do comprimento de onda e da amplitude, bem como o cálculo da frequência e do período da onda). Já as respostas de A7, na avaliação, indicam que esses conceitos já eram conhecidos por ele, pois apresentou graficamente o valor para o comprimento de onda, tanto em centímetros quanto em metros, indicou que a amplitude pode ser obtida pela distância entre o ponto médio da vibração e a crista da onda, além de calcular o período e a velocidade de propagação da onda. Porém, não podemos afirmar se tais conceitos foram internalizados durante o experimento com o LAFIS ou se o estudante já os conhecia anteriormente, uma vez que ele não respondeu ao teste de conhecimentos prévios.

Grupo GA5 – Estudantes A9 e A10

Os estudantes desse grupo não responderam a questão 2 do teste prévio, que é muito semelhante ao problema da onda periódica apresentado no LAFIS, o que sugere que os conceitos fundamentais necessários à resolução do problema no ambiente ainda não faziam parte do conhecimento desses estudantes.

Além disso, durante o experimento, muitas das interações entre A9 e A10 eram de conversas paralelas, de modo que nenhuma das respostas solicitadas no problema foi postada pela dupla, como mostrado abaixo nas interações que aconteceram no ambiente:

[04/12/13 - 7:31] Abre Laboratório 2
 [PROFESSOR] A9, está on-line?
 [04/12/13 - 8:07] Abre Laboratório 1

[LAB 1 - A9] da um tapa na A2
[LAB 1 - A9] nao 5
[LAB 2 - A10] pronto0
[LAB 1 - A9] dá alt F4
[LAB 1 - A9] no jogo dela
[LAB 2 - A10] naao
[LAB 2 - A10] larga mao]
[LAB 1 - A9] porque
[LAB 2 - A10] ela tah jogando

Um dado importante que aparece nessa interação é que, segundo A10, a estudante A2 estava acessando algum *game* no computador, um dado cultural que sugere o desinteresse da estudante pelo experimento com o LAFIS. As interações entre A9 e A10 também mostram o desinteresse desses estudantes pela atividade proposta. Na sequência das interações, apenas depois da intervenção do professor, solicitando que os estudantes enviassem, um para o outro, as figuras de seus laboratórios, é que eles começam a fazer no ambiente as ações relacionadas ao problema, sem, no entanto, discutirem as respostas:

[PROFESSOR] A9 e A10, vocês precisam trocar as figuras para conseguirem resolver o problema.
[PROFESSOR] A10, envie a figura da onda. A9, envie as equações ao A10.
[LAB 2 - A10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - A9] http://www.floreespinho.com.br/lafis/upload/onda_periodica_agua.png
[PROFESSOR] A9, para enviar a figura ou as equações é só clicar sobre elas...
[LAB 1 - A9] http://www.floreespinho.com.br/lafis/upload/onda_periodica_agua.png

Analisando a avaliação posterior à aplicação do LAFIS, que foi respondida nesse grupo apenas por A9, notamos que esse estudante obteve sucesso na resolução das questões propostas após o experimento com o LAFIS. Tal êxito sugere que ao longo do curso esse estudante passou por um processo de internalização de conceitos, pois na avaliação ele conseguiu identificar o comprimento de onda a partir do gráfico de uma onda periódica, fazendo, inclusive, a conversão da unidade de grandeza de centímetros para metros. A9 também sugeriu, graficamente, que a amplitude seria a distância entre o ponto médio da vibração até a crista, demonstrando que se encontra no processo de internalização desse conceito. Ele calculou o período e a velocidade de propagação de uma onda periódica, embora tenha se equivocado quanto às unidades de medida de período e velocidade, que, para ele, seriam, respectivamente, metros/segundo e segundo. Considerando que, no teste prévio, A9 não respondeu a questão alguma, esses resultados sugerem que o estudante interagiu verbalmente com os colegas durante ou após o experimento com o LAFIS. De fato, um conceito-chave na teoria de Vygotsky (2007, 2008) é que a aprendizagem depende da interação entre as pessoas, independentemente se essa interação acontece mediada pela linguagem falada, escrita, gestual ou até mesmo virtual.

Grupo GA6 – Estudantes A11 e A12

Nesse grupo, o estudante A11 reclamou que a colega A12 estava fazendo um trabalho de português, em lugar de realizar a atividade de Física. Lamenta, também, o fato de ter enviado as equações e a figura da “onda periódica na água” ao laboratório 2, pois assim não teve condições de resolver o problema, já que seu par não permaneceu no ambiente, como mostram as interações abaixo:

[04/12/13 - 7:34] Abre Laboratório 2
[LAB 2 - A12] Bora fazer tarefa ? ;)
[LAB 2 - A12] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[04/12/13 - 8:09] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - A11] manda o barquinho ai
[LAB 1 - A11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - A11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\cdot f$ ao LAB 2
[LAB 1 - A11] qro d volta
[LAB 1 - A11] rhum
[LAB 1 - A11] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - A11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - A11] faz ae dai eu confiro os resultados aki
[LAB 1 - A11] fica fazendo trabalho d portugues na hora da aula d fisica
[LAB 1 - A11] q sacanagi
[LAB 1 - A11] manda d volta as imaja
[LAB 1 - A11] dai eu faço as duas primeiras e vc faz as duas segundas
[LAB 1 - A11] mdss larga mao do trabalho d portugues agora é aula de fisica
[LAB 1 - A11] A12!!!!!!!!!! agora é fisica nao portugues
[LAB 1 - A11] vamos q vc tah com as imagens
[LAB 1 - A11] tchau vou embora
[LAB 1 - A11] nao qro mais fazer tbm
[LAB 1 - A11] voltei
[LAB 1 - A11] nussssssss vc ainda tah fazendo trabalho d portugues affu
[LAB 1 - A11] manda d volta q as imaja antes d vc voltar pra portugues
[LAB 1 - A11] vamos vamos vamos
[LAB 1 - A11] poutz nunca fiquei arrependido
[LAB 1 - A11] essa é a primeira vez
[LAB 1 - A11] eu nao devia ter mandado as imaja
[LAB 1 - A11] naaaaaooooooooo
[LAB 1 - A11] nuss A12 tou mt de cara

Assim como a estudante A5, do grupo GA3, o estudante A11 estava muito interessado em resolver o problema proposto, porém dependia da participação do colega para a troca das figuras e equações. Mesmo sem a participação da colega A12, como mostram os discursos *não-interativos* de A11, procuramos analisar o teste prévio e a avaliação posterior ao experimento com o LAFIS, respondidos por A11, com a expectativa de encontrar indícios de aprendizagem desse estudante ao longo de nosso curso.

De acordo com os dados da avaliação, A11 apresentou indícios de internalização de conceitos importantes, pois, embora não tenha respondido à segunda questão do teste prévio, muito semelhante ao problema da “onda periódica”, na avaliação posterior ao experimento ele

conseguiu identificar graficamente o comprimento de onda e a amplitude da onda, além de calcular o período e a velocidade de propagação da onda. O estudante demonstrou também pleno conhecimento das unidades de medida para amplitude, comprimento de onda, período, frequência e velocidade no Sistema Internacional de Unidades (SI). Portanto, mesmo sem interagir no ambiente com o seu par, acreditamos que esse estudante interagiu verbalmente com seus colegas e/ou o professor.

Quanto à colega A12, que se desvirtuou da atividade proposta no LAFIS, suas respostas no teste prévio sugerem que ela não tinha conhecimento dos conceitos de comprimento de onda e amplitude, tampouco os procedimentos para calcular a frequência e o período de oscilação da onda. Não podemos afirmar se, durante o experimento, ela internalizou esses conceitos e habilidades por meio de interações verbais com os colegas, uma vez que essa estudante não respondeu à avaliação aplicada após o experimento com o LAFIS.

Grupo GA7 – Estudantes A13 e A14

Nesse grupo, apenas o estudante A13 respondeu ao teste prévio; logo, não sabemos quais conceitos já faziam parte do conhecimento da estudante A14, antes da atividade proposta com o LAFIS. Segundo as respostas de A13, ao teste supracitado, tal estudante ainda não possuía a habilidade de reconhecer o comprimento de onda e a amplitude de uma onda em um gráfico de onda periódica, tampouco de como obter a frequência e o período de uma onda a partir da sua velocidade de propagação e comprimento de onda.

Apresentamos, abaixo, as interações desses estudantes durante a resolução do problema no AVEA:

[04/12/13 - 7:32] Abre Laboratório 2
[LAB 2 - A14] ooi
[04/12/13 - 7:32] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - A13] e ae
[LAB 1 - A13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - A13] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - A13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
[LAB 2 - A14] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - A13] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - A13] e ae A14 ta de boa fazer ai ?
[LAB 2 - A14] A: 80 cm b:20m C :5Hz D:0,2s =
[LAB 2 - A14] E:250s =
[PROFESSOR] A13, analise as respostas postadas pela A14...
[04/12/13 - 8:36] Fecha Laboratório 2

Inicialmente os estudantes trocaram entre si a figura da onda periódica na água e as equações necessárias para a resolução do problema. O estudante A13 perguntou, à colega A14,

se ela estava tendo facilidade de responder as perguntas. A14, por sua vez, não respondeu à pergunta do colega, mas enviou as respostas corretas do problema, errando apenas na unidade de medida da amplitude. Uma vez que A13 não comentou as respostas da colega, houve a intermediação do professor solicitando uma análise dos resultados, porém A13 não mais interagiu no ambiente, restando-nos, então, analisar as respostas de A13 à avaliação aplicada após os experimentos com o LAFIS.

Os resultados da avaliação de A13 sugerem que o estudante aprendeu a identificar graficamente o comprimento de onda, embora pareça não ter internalizado como medir a amplitude da onda, já que afirmou ser, esta grandeza, a distância vertical da crista até o vale. Ele também demonstrou a habilidade para calcular o período a partir do valor da frequência e a calcular a velocidade de propagação da onda. Em problemas diferentes, entrou em contradição com relação às unidades de medida do comprimento de onda, período e velocidade. É possível que esse estudante tenha interagido verbalmente com os colegas, pois demonstrou ter se apropriado de alguns conceitos que, de acordo com o seu desempenho no teste prévio, não pareciam fazer parte de seu conhecimento prévio, porém as interações durante o experimento com o ambiente não foram suficientes para a apropriação de todos os conceitos e habilidades propostos no problema do LAFIS.

Grupo GA8 – Estudantes A15 e A16

Pela análise das respostas desses estudantes, no teste prévio, percebemos que ambos não souberam identificar o comprimento de onda e a amplitude de uma onda a partir do gráfico que representa a onda periódica. Também não utilizaram as equações correspondentes para obter a frequência e o período de oscilação da onda.

Neste caso, também por um motivo que ainda desconhecemos, o estudante A15, do laboratório 1, não interagiu com a colega A16:

[04/12/13 - 7:33] Abre Laboratório 2

[LAB 2 - A16] bom dia

[LAB 2 - A16] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[PROFESSOR] A15, você está on-line?

[04/12/13 - 8:18] Abre Laboratório 1

[PROFESSOR] A15, você pode enviar as equações para a A16. Aguardo as respostas de vocês...

Esse é um exemplo em que a intermediação do professor não foi suficiente para alterar a falta de interesse e identificar a causa da ausência de interação, principalmente do A15, que acessou o ambiente somente 45 minutos depois do seu colega. A ausência de interação certamente prejudicou o estudante A16, que procurou interagir. Consequentemente,

verificamos por meio da avaliação aplicada após o experimento com o LAFIS, que ambos não conseguiram identificar corretamente o comprimento de onda, tampouco calcular o período e a velocidade de propagação da onda. Apenas o estudante A15 identificou graficamente a amplitude da onda, porém ainda apresentava dúvidas quanto à definição desse conceito.

Grupo GA9 – Estudantes A17 e A18

O teste prévio respondido por A17 sugere que essa estudante desconhecia os conceitos fundamentais para a resolução do problema no LAFIS. Quanto ao estudante A18, não podemos afirmar quais conceitos já eram de seu conhecimento, uma vez que esse estudante não respondeu ao teste prévio. As principais interações desse grupo foram analisadas em conjunto com a avaliação posterior ao experimento com o LAFIS, a fim de que pudessemos identificar os conceitos que parecem ter sido internalizados pelos sujeitos:

[04/12/13 - 7:39] Abre Laboratório 2
[04/12/13 - 7:39] Abre Laboratório 1
[LAB 2 - A18] tem alguém??
[LAB 1 - A17] sim
[LAB 2 - A18] naaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa
[LAB 2 - A18] acredito vc é minha parceira.....
[LAB 2 - A18] me manda sua imagem do problema pf.
[LAB 2 - A18] A17!!!!!!!!!!!!!!
[LAB 1 - A17] kk :psei la q imagem é essa q vc ta falando ñ sei manda esse trem ñ
[PROFESSOR] A18, clique na imagem para enviá-la ao outro laboratório!
[LAB 2 - A18] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - A17] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[PROFESSOR] A17, você pode reenviar a figura ao A18 e também pode enviar as equações...
[PROFESSOR] E então pessoal? To aguardando as respostas... Se tiverem alguma dúvida me perguntem...

Após se identificarem, o estudante A18, do Laboratório 2, solicitou a imagem do problema ao seu par. A estudante não compreendeu, pois, de fato, não havia imagem em seu laboratório. Certamente, o estudante A18 pensou que haveria outra imagem no Laboratório 1. Percebendo isso, o professor entrevistou, explicando que era A18 que deveria clicar sobre a imagem para enviá-la à colega. A partir disso, os estudantes trocaram as imagens entre os seus laboratórios. O professor explicou que poderiam fazer esse procedimento quantas vezes fossem necessárias, incentivando-os, também, a postarem as respostas e a perguntarem, no caso de dúvidas. Foi quando o estudante A18 fez uma pergunta. Esse foi o único grupo em que uma pergunta foi diretamente enviada, ao professor, pelo *chat* do ambiente.

[LAB 2 - A18] professor como eu calculo a amplitude da onda
[PROFESSOR] A amplitude é a distância do eixo horizontal da onda até a crista. Posta aí quantos centímetros você acha que vai ser a amplitude...
[LAB 2 - A18] 40cm

O estudante A18 perguntou como calcular a amplitude da onda. Podemos afirmar que a pergunta feita pelo estudante foi do tipo *autêntica*, já que este não sabia a resposta. Na sequência, em um discurso *interativo* no contínuo *dialógico-de autoridade*³⁰, o professor explicou um procedimento possível para efetuar essa medida, solicitando ao estudante que postasse o valor medido. Assim como boa parte dos estudantes, ao postar o valor 40 cm, notamos que A18 também apresentava o conceito cotidiano de que a amplitude seria a medida vertical entre a crista e o vale da onda.

É muito interessante observar que a explicação dada pelo professor ao estudante, sobre o conceito científico de amplitude, não foi suficiente para ele superar a sua noção cotidiana. De acordo com a teoria de Vygotsky (2008), seria necessário aumentar o grau de abstração da concepção espontânea do estudante para que o conceito científico correlato pudesse ser internalizado. Por esse motivo, na sequência, o professor deu continuidade à mediação em uma tentativa de aproximar o conceito espontâneo do sujeito com o conceito científico de amplitude:

[PROFESSOR] *Essa medida que você fez é a distância da crista até o vale, certo?*

[PROFESSOR] *A amplitude é metade desse valor, que equivale à distância do meio da onda até a extremidade (crista ou vale).*

Conforme já mencionado, podemos considerar que a abordagem comunicativa entre o estudante e o professor foi do tipo *interativa* no contínuo *dialógico - de autoridade*, já que o professor considerou a resposta do estudante para elaborar o seu discurso. O padrão de interação observado foi do tipo I-R-F-R “invertido”, uma vez que o estudante fez uma pergunta autêntica, isto é, de fato não sabia a resposta. Como a aula já estava prestes a acabar, o professor solicitou em seguida a medida do comprimento de onda. No entanto, seria fundamental perguntar ao estudante qual o valor correto da amplitude, levando em consideração o que fora explicado.

[PROFESSOR] *E o comprimento de onda?*

[LAB 2 - A18] *70cm*

[LAB 2 - A18] *entendi*

[04/12/13 - 8:42] *Fecha Laboratório 2*

Pelo valor postado por A18 para o comprimento de onda (70 cm), aparentemente esse estudante mostrou haver compreendido que o comprimento de onda pode ser medido entre duas cristas consecutivas da onda, porém confundiu-se na contagem dos quadrados, tendo assim contado um quadrado a menos nessa medida. A ideia do professor era estabelecer um padrão discursivo do tipo I-R-F, porém o *feedback* dele não foi possível devido ao término do horário da aula. Esse padrão discursivo, característico da abordagem comunicativa *interativa* e de

³⁰ Quando um sujeito considera o ponto de vista do outro, mas também apresenta um ponto de vista específico, dizemos que o discurso se situa no contínuo *dialógico - de autoridade*. Segundo MORTIMER (2002), na prática, é bem provável que qualquer interação contenha aspectos de ambas as funções, *dialógica* e *de autoridade*.

autoridade, é muito útil para a formação de conceitos científicos, uma vez que a partir da resposta do estudante o professor identifica a sua concepção e, em seguida, lhe dá um retorno, geralmente explicando o conceito científico de interesse, buscando relacioná-lo com o conceito espontâneo do indivíduo. Conforme o *feedback* do estudante, o professor pode continuar mediando-o até julgar que a sua evolução conceitual foi suficiente, como por exemplo no padrão I-R-F-R-F.

Analisando a avaliação respondida posteriormente por A18, verificamos que o estudante ainda continuava com o conceito espontâneo de que a amplitude seria a distância vertical entre a crista e o vale da onda. Além disso, embora ele tenha demonstrado que o comprimento de onda pode ser medido como a distância entre duas cristas consecutivas, ainda não havia internalizado o procedimento para medir esse comprimento de onda quando o problema apresenta apenas parte da medida do mesmo, como a distância de meio comprimento de onda mostrada na Figura 17 e utilizada na avaliação:

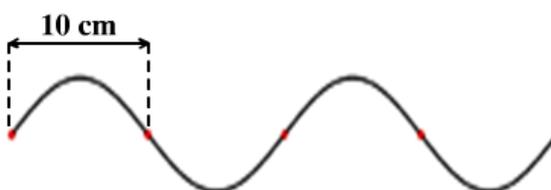


Figura 17 - Figura utilizada no exercício 4 da avaliação (ver ANEXO F). Note que essa representação de uma onda periódica tem comprimento de onda igual a 20cm.

A estudante A17 não respondeu à avaliação posterior ao experimento com o LAFIS; dessa forma, não sabemos se A17 internalizou algum conceito durante a atividade.

Grupo GA10 – Estudantes A19 e A20

Pela análise dos testes de conhecimentos prévios, percebemos que apenas a estudante A19 sabia obter graficamente o comprimento de onda. Ela também evidenciou que sabia calcular a frequência e o período da onda com os dados fornecidos, entretanto, não fez a conversão de ordens de grandeza; dessa forma, chegou a valores incorretos. O estudante A20 não respondeu à segunda pergunta do teste prévio, relacionada diretamente com o problema da “onda periódica” apresentado no LAFIS.

Apresentamos, em seguida, as principais interações entre A19 e A20 no ambiente:

[04/12/13 - 8:06] Abre Laboratório 1

[04/12/13 - 8:06] Abre Laboratório 2

[LAB 2 - A20] eae A19 ;3

[LAB 1 - A19]ooi

[LAB 2 - A20] bora beja?

[LAB 2 - A20] poutz esqueci da pra verem

[LAB 2 - A20] mais dpois em casa tem hein hehe

[LAB 1 - A19] a) 80cm b) 20cm c) 5Hz d) 0,2s e) 250s

[LAB 2 - A20] f)eu e vc=55 filhos

[PROFESSOR] A20, faça uma análise dessas respostas obtidas pela A19...

[LAB 2 - A20] ta certo kkk

[LAB 2 - A20] irei analisar a partir do momento em que ela me passar as contas e a resolução completa do problema

Pelas interações postadas por A20 percebemos que esse estudante não estava preocupado em resolver o problema proposto. Mesmo quando o professor solicitou uma análise das respostas postadas pela colega, A20 disse que analisaria as respostas de A19 somente depois de receber a resolução completa do problema. Diante dessas circunstâncias, o professor poderia ter solicitado à A19 que postasse no ambiente os procedimentos que utilizou para resolver as questões propostas.

Ao analisar a avaliação aplicada após o experimento com o LAFIS, percebemos que A20 pareceu não ter internalizado os conceitos físicos necessários para resolver o problema da “onda periódica”, pois apresentou a concepção cotidiana recorrente para a amplitude: a distância vertical entre a crista e o vale. Esse estudante também apresentou um conceito espontâneo para o comprimento de onda: a distância percorrida pela onda durante dois ciclos (interessante notar que a figura apresentada tinha exatamente dois ciclos, o que nos leva a deduzir que, na concepção do estudante, a figura representaria a distância total percorrida pela onda e esse valor seria o comprimento de onda).

Infelizmente, a estudante A19 não respondeu a avaliação; dessa forma, não podemos afirmar categoricamente se ela internalizou algum conceito físico para solucionar o problema. Porém, seu bom desempenho no teste prévio, suas respostas corretas postadas no ambiente e seu caminhar pela sala com o caderno (informação detectada pela filmagem) sugerem que ela tinha determinados conhecimentos prévios e, possivelmente, procurou interagir verbalmente com os colegas para resolver o problema (e não apenas copiar e postar as respostas).

Síntese das análises do problema da “onda periódica” no CEJAR

O Quadro 6 mostra uma síntese dos resultados obtidos por meio das análises do problema da “onda periódica” no CEJAR. Esses resultados foram expressos em quatro categorias: “relação de interdependência”, “interação colaborativa entre os colegas”, “interação colaborativa com o professor” e “vestígios de aprendizagem dos estudantes”.

Consideramos uma **boa relação de interdependência** no LAFIS aquela na qual os estudantes solicitavam um elemento ao colega do outro laboratório, recebiam esse elemento prontamente e devolviam-no para o laboratório de origem, conforme a necessidade do grupo. Quanto maior a solicitação e troca desses elementos entre os integrantes do grupo, maior a qualidade da relação de interdependência. Também consideramos como indicativo da boa relação de interdependência a definição, pelos estudantes, logo no início da resolução, de uma estratégia para o envio dos elementos entre os laboratórios. Por exemplo, quando inicialmente os estudantes interagiram para saber quais elementos cada um tem no seu laboratório e, a partir dessa informação, decidiram trocar esses elementos para então procederem à resolução do problema.

Consideramos uma **boa interação colaborativa entre os colegas** aquela na qual os estudantes compartilharam significados e conceitos e se auxiliaram mutuamente pelo *chat* do LAFIS para a resolução do problema, isto é, as respostas foram obtidas em conjunto.

Analogamente, a **boa interação colaborativa com o professor** foi aquela em que houve a partilha de significados e conceitos pelo *chat* do LAFIS, sendo possível identificar a evolução conceitual do estudante a partir do seu *feedback*. Já uma interação colaborativa **razoável** foi aquela em que os estudantes tiveram, ao menos, se preocupado em verificar com o colega ou com o professor se a resposta estava correta.

Por fim, **o vestígio de aprendizagem dos estudantes** foi por nós considerado como a expressão de indícios de evolução conceitual dos estudantes, isto é, se as eventuais dúvidas iniciais dos sujeitos foram sanadas, bem como se seus conceitos cotidianos passaram para um maior grau de abstração e generalização (conceitos científicos). Pelas interações virtuais dos estudantes, percebemos que a análise da evolução conceitual deles poderia ter sido ampliada se tivéssemos acesso às operações matemáticas realizadas pelos sujeitos, em seus cadernos, durante o experimento, pois em muitos casos os estudantes postaram apenas a resposta final do problema. Desse modo, não podemos afirmar que realmente desenvolveram as resoluções e, caso tenham desenvolvido, como as fizeram. Embora a opção de disponibilizar um espaço de edição no ambiente poderia favorecer a obtenção desses dados, acreditamos que muitos ainda têm preferência por realizar os cálculos em papel e lápis, tanto é que raramente a resolução completa foi postada no *chat*, em alguns casos apenas quando solicitado pelo professor ou colega. Assim, em pesquisas futuras com o LAFIS, será importante considerar o caderno (ou folha de resolução) dos sujeitos como importante fonte de dados.

Mesmo com essas limitações metodológicas, procuramos também indícios de aprendizagem dos estudantes comparando o desempenho deles no teste prévio com a avaliação realizada após o experimento com o LAFIS.

Quadro 6 - Resultados da resolução do problema da “onda periódica” para os grupos analisados no CEJAR.

Grupo	Relação de interdependência	Interação colaborativa entre os colegas pelo chat	Interação colaborativa com o professor pelo chat	Vestígios de aprendizagem dos estudantes
1	Não houve.	Não houve.	Não houve.	Pela avaliação após o experimento, detectamos que apenas a estudante A2 aprendeu a medir a amplitude da onda.
2	Apenas um envio da figura e da equação $v = \frac{\lambda}{T}$.	Não houve.	Não houve.	Analisando a avaliação, apenas A4 aprendeu a medir a amplitude da onda.
3	Apenas um envio da equação $v = \frac{\lambda}{T}$.	Não houve.	Não houve.	De acordo com a avaliação, A5 e A6 aprenderam apenas a medir o comprimento de onda .
4	Apenas um envio da Figura.	Não houve.	Não houve.	Não detectada. Na avaliação, A7 demonstrou conhecimento dos conceitos trabalhados no problema da “onda periódica”, mas como ele não respondeu o teste prévio, não sabemos se essa aprendizagem aconteceu durante o experimento.
5	Apenas um envio da figura, próximo ao término da aula, após solicitação do professor.	Não houve.	Não houve.	Boa. Na avaliação, A9 demonstrou ter se apropriado dos conceitos necessários à resolução do problema da onda periódica, possivelmente por ter interagido verbalmente com os colegas e/ou professor.
6	Envio e devolução da figura e uma troca das equações.	Não houve. A11 insistiu para a colega interagir e reenviar a figura.	Não houve.	Boa. Na avaliação, A11 demonstrou ter se apropriado dos conceitos necessários à resolução do problema da onda periódica, acreditamos que esse estudante interagiu verbalmente com seus colegas e/ou o professor.
7	Envio e devolução da figura e uma troca das equações.	Não houve.	Não houve.	Boa. Na avaliação, A13 demonstrou não ter internalizado apenas o conceito de amplitude.
8	Apenas um envio da figura.	Não houve.	Não houve.	Não detectada. Os dados do chat e da avaliação não apresentam indícios de que houve aprendizagem.
9	Apenas duas trocas da figura.	Não houve.	Boa interação em uma questão. Um estudante fez uma pergunta ao professor. Padrão de interação I-R-F-R invertido.	Não detectada. Seriam necessárias mais interações para A18 internalizar o conceito de amplitude, pois na avaliação posterior ao experimento o seu conceito ainda estava no nível cotidiano.

Grupo	Relação de interdependência	Interação colaborativa entre os colegas pelo chat	Interação colaborativa com o professor pelo chat	Vestígios de aprendizagem dos estudantes
10	Não houve.	Não houve.	Não houve.	Não detectada. Na avaliação, A20 apresentou concepções cotidianas para o comprimento de onda e amplitude.

Vimos que dos dez grupos analisados (20 estudantes), apenas cinco sujeitos postaram as respostas corretas para o problema. No entanto, em nenhum dos grupos houve uma interação virtual colaborativa entre os estudantes a respeito dos resultados obtidos, o que nos levou a refletir sobre uma possível mediação do professor no sentido de provocar essas discussões, bem como a elencar os possíveis fatores históricos e socioculturais relacionados a esse desempenho.

Com base nos dados registrados no Quadro 6, notamos que em dois grupos os estudantes não trocaram a figura e as equações entre seus laboratórios no LAFIS. Nos oito grupos restantes, como essa troca foi pouco efetiva, consideramos que a **relação de interdependência** mediada pelo LAFIS entre esses estudantes não foi boa. Podemos afirmar também que **não** houve interação colaborativa entre os estudantes ou entre estes e o professor em 90% dos grupos. Ao longo das análises das interações desses estudantes procuramos destacar os possíveis motivos que contribuíram para essas dificuldades de interação. Metade dos grupos não apresentou as respostas para o problema e nos demais pares apenas um estudante do grupo postou as respostas. Além disso, não sabemos se todos esses estudantes de fato desenvolveram as resoluções, uma vez que, pelas filmagens, observamos estudantes copiando respostas do caderno do colega. Esses resultados, de acordo com o referencial teórico adotado em nossa pesquisa, sugerem uma correlação entre a falta de interação e o desempenho insuficiente de 75% dos estudantes, haja vista que, para Vygotsky (2007), a colaboração dos estudantes entre si ou entre eles e o professor é essencial para o desenvolvimento de habilidades e estratégias fundamentais para a solução de problemas. Embora o LAFIS tenha possibilitado a interação entre os estudantes, percebemos que a maioria destes não estava envolvida (comprometida) com a resolução do problema. Parece, também, que alguns estudantes não compreenderam a dinâmica de funcionamento do ambiente, ou simplesmente não quiseram utilizá-lo, pois dois grupos sequer enviaram a figura ao outro laboratório.

Analisando a filmagem dessa aula, algumas dificuldades se destacaram como fatores históricos e socioculturais que interferiram no desenvolvimento desse experimento:

- 1) Essa aula foi a segunda aplicação do problema da onda periódica aos estudantes dessa turma. Como na primeira aplicação tentamos formar grupos de três pessoas

- cada, o ambiente apresentou problemas de programação para essa condição, o que inviabilizou a realização do experimento. De certa forma, pode ter acontecido dessa falha no LAFIS ter provocado um sentimento de descrédito, em alguns estudantes;
- 2) Por se tratar de uma turma da qual o professor pesquisador não era o regente, esse professor não se sentiu à vontade para chamar a atenção dos estudantes, até mesmo com receio de que estes se negassem a participar da pesquisa. Consequentemente, poucos estudantes permanecerem sentados para interagir no ambiente e a maioria não procurou fazer silêncio e se concentrar na atividade;
 - 3) Devido a esses problemas e a diversos problemas técnicos em alguns computadores, o professor não pôde acompanhar mais atentamente todas as interações pelo ambiente, o que interferiu na quantidade e qualidade das mediações;
 - 4) A aula teve duração de, aproximadamente, uma hora e vinte e cinco minutos, porém, até cerca de uma hora e cinco minutos, o professor estava ainda estava resolvendo problemas relativos ao acesso dos estudantes ao LAFIS, tais como cadastro no ambiente, recuperação de senha, troca de grupo, inicialização de computadores e acesso à *internet*. Alguns estudantes ficaram sem computador e/ou *internet*.

Com base nos dados obtidos pelo *chat* do ambiente, não é possível afirmar que o LAFIS funcionou como um experimento formativo, pois não foram observadas minúcias indiciais de aprendizagem desses estudantes nas interações discursivas do ambiente.

Embora alguns deles tenham postado as respostas corretamente, as filmagens mostraram alguns estudantes que copiavam as respostas dos colegas, registradas em cadernos. Tal fato sugere que aqueles estudantes podem ter, simplesmente, postado a resposta sem que a tivesse desenvolvido.

Analisaremos, agora, dois experimentos formativos com o LAFIS realizados no IFMS (Campus Aquidauana). Como o professor pesquisador era também o regente da turma nessa instituição, tivemos condições de chegar ao tema “ondas sonoras”. Os estudantes resolveram, no total, cinco problemas utilizando o LAFIS, dos quais apresentaremos a análise de apenas dois (“onda periódica” e “apito”), conforme já mencionado.

6.1.2. Experimentos Formativos no Campus Aquidauana do IFMS

6.1.2.1. Problema da “Onda Periódica”

A resolução do problema da “onda periódica”, no IFMS, teve a participação de 20 estudantes, organizados, no ambiente, em dez duplas. Como essa turma, de modo geral, teve bom desempenho na resolução do teste prévio, aplicamos esse problema com a intenção de tirar pequenas dúvidas de alguns estudantes, razão pela qual não aplicamos, para esses sujeitos, a avaliação que consta no ANEXO F, e, sim, a do ANEXO G.

Grupo GB1 – Estudantes B1 e B2

Ao analisarmos as respostas dos estudantes ao teste prévio, os resultados pareciam indicar que os conceitos fundamentais para a resolução do problema já eram conhecidos por esses sujeitos, que conseguiram identificar graficamente os valores do comprimento de onda e da amplitude da onda, bem como utilizar as equações para obtenção da frequência e do período da onda.

Após acessarem o ambiente, inicialmente os estudantes trocaram entre si, diversas vezes, a figura do problema da “onda periódica” e as equações fornecidas:

[13/12/13 - 13:38] Abre Laboratório 2
[13/12/13 - 13:38] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - B1 - 13:39] awooo potencia
[LAB 2 - B2 - 13:41] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B1 - 13:41] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - B1 - 13:41] pronto
[LAB 2 - B2 - 13:42] manda as equações!
[LAB 1 - B1 - 13:42] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
[LAB 1 - B1 - 13:44] manda pra mim d volta
[LAB 1 - B1 - 13:44] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 2 - B2 - 13:45] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B2 - 13:45] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
[LAB 1 - B1 - 13:45] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B1 - 13:45] a figura da onda
[LAB 2 - B2 - 13:45] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 2 - B2 - 13:45] manda a figura d novo!

Como é possível observar, nos sete primeiros minutos de interação esses estudantes solicitaram e enviaram, um ao outro, diversas vezes, a figura e as equações para seus respectivos laboratórios. Essas ações no ambiente caracterizaram uma **boa relação de interdependência** entre esses sujeitos. Além disso, a prontidão dos estudantes de atenderem à solicitação de seu

par já evidencia, de certa forma, o potencial colaborativo desse grupo. Na sequência, o estudante B1 fez uma pergunta *autêntica* a respeito da dinâmica de funcionamento do ambiente:

[LAB 1 - B1 - 13:46] *onde que é pra fazer os calculos???*

[LAB 2 - B2 - 13:46] *nao tem onde fazer*

[PROFESSOR - 13:47] *Pode ser no Word, papel, de cabeça...*

Essas interações demonstram que os estudantes sentiram falta de um espaço de edição para trabalharem com as equações no LAFIS. Mostram também que o ambiente precisa informar mais claramente aos estudantes que estes devem expressar seus cálculos e respostas no *chat* do ambiente. Procurando dar liberdade aos estudantes para resolverem o problema da forma que julgassem mais familiar, o professor sugeriu que a resolução fosse feita até mesmo “de cabeça”. No entanto, em termos de pesquisa, sabemos que o ideal seria ter solicitado a resolução por escrito, tendo inclusive considerado estas resoluções fora do ambiente como importante fonte de dados para análise da evolução conceitual dos sujeitos. Esse procedimento metodológico é o que desejamos e sugerimos para pesquisas futuras com o LAFIS.

Para iniciar a resolução propriamente dita, o estudante B2 orienta o colega como medir o comprimento de onda:

[LAB 2 - B2 - 13:47] *conta os quadradinhos pra saber o comprimento de onda*

[LAB 1 - B1 - 13:48] *blz*

[LAB 1 - B1 - 13:49] *0,8m*

[LAB 2 - B2 - 13:49] *é isso aí*

Nessa sequência de interações, que seguiu o padrão clássico I-R-F, o estudante B2 assume um papel semelhante ao do professor, por assumir a responsabilidade de iniciar (I) a explicação de um conceito científico, que já era de seu conhecimento, e após a resposta (R) do colega devolver-lhe um *feedback*, caracterizando uma abordagem comunicativa *interativa de autoridade*. Essas interações mostram que os estudantes já sabiam como obter o comprimento de onda e que estabeleceram, desde o início do experimento, uma estratégia colaborativa de resolução do problema.

Em seguida, B2 posta o resultado para o item “c” (frequência da onda), porém B1 lembra-se de apresentar a resposta do item “b” (amplitude da onda):

[LAB 2 - B2 - 13:50] *a C) é 5 Hz*

[LAB 1 - B1 - 13:51] *a amplitude da onda é 2 cm ou 0,02m*

[LAB 2 - B2 - 13:52] *acho q é 0,02m*

[LAB 1 - B1 - 13:52] *a amplitude da onda é 20 cm ou 0,2m*

Inicialmente, B1 equivocou-se quanto ao valor da amplitude, postando o valor de 2 cm como se cada “quadradinho” fosse equivalente a 1cm. Interessante que o colega B2 parece não ter percebido que 2 cm é igual a 0,02 m, pois postou que “0,02 m” seria o valor correto. B1, por sua vez, percebendo seu equívoco, postou o valor correto de 20 cm (ou 0,2 m) para a amplitude,

demonstrando, desse modo, segurança quanto ao processo de medida e também quanto à conversão de unidades de grandeza, o que evidencia que, para esse estudante, os conceitos científicos necessários para a resolução da questão “b” já eram conhecidos.

Na sequência, os estudantes continuam a resolução das outras questões:

[LAB 1 - B1 - 13:53] $f=5\text{hz}$
 [LAB 1 - B1 - 13:53] $T=0,2$
 [LAB 2 - B2 - 13:53] blz
 [LAB 2 - B2 - 13:56] a E) é 250?
 [LAB 1 - B1 - 13:56] e) $T=250\text{s}$
 [LAB 2 - B2 - 13:56] 250s*
 [LAB 1 - B1 - 13:56] simmm
 [LAB 2 - B2 - 13:56] blz

Após B1 postar os valores da frequência e do período, o seu colega B2 concorda com os resultados obtidos, indicando assim que, pelos seus cálculos, chegou às mesmas respostas. O estudante B2, porém, revelou uma certa incerteza quanto à sua resolução do item “e” ao fazer uma pergunta *autêntica*, na qual questionava se a resposta seria 250 (inicialmente sem mencionar a unidade de medida). B1 respondeu que sim e com o *feedback* “blz” de B2 caracterizou-se mais um padrão de interação I-R-F invertido.

Percebendo que, nesse grupo, a maior dificuldade dos estudantes foi em relação à obtenção da amplitude da onda, o professor pesquisador procurou confirmar as respostas dos estudantes para essa grandeza por meio de uma pergunta instrutiva:

[PROFESSOR - 13:56] *Vocês acham que a amplitude vale quanto?*
 [LAB 1 - B1 - 13:58] *professor a amplitude vale 20cm ou 0,2m*
 [PROFESSOR - 14:05] *Concorda B2?*
 [LAB 2 - B2 - 14:06] *concordo pode ser os 2 valores!!!!!!!!!!!!!!*
 [PROFESSOR - 14:10] *Querem resolver outro problema?*
 [LAB 1 - B1 - 14:13] *sim*
 [PROFESSOR - 14:16] *Vou deixar pra próxima aula pra dar tempo, ok!*
 [LAB 1 - B1 - 14:18] blz
 [13/12/13 - 14:26] *Fecha Laboratório 1*

Essa interação discursiva também pode ser considerada do tipo I-R-F, pois, embora o professor não tenha devolvido o *feedback* explicitamente aos estudantes, o fato de questionar se B2 concordava com a resposta do colega e perguntar, em seguida, se os estudantes desejariam resolver outro problema sugere um *feedback* implícito.

Perguntar se os estudantes queriam resolver outro problema foi uma forma de o professor pesquisador avaliar se os estudantes estavam considerando o LAFIS e o problema interessantes. A resposta de B1 sugere que sim.

De modo geral, esse grupo apresentou um desempenho excelente, tanto pela interação durante toda a resolução quanto pela obtenção das respostas corretas. A atividade com o LAFIS evidenciou que nem todos os conceitos estavam realmente interiorizados, especialmente com

relação à amplitude da onda e os conceitos relacionados à questão “e”, pois foi necessário o auxílio do colega e do professor para que o estudante identificasse essas grandezas. De acordo com a teoria de Vygotsky (2007, 2008), esses resultados sugerem que tais conceitos ainda estavam em processo de internalização por esse sujeito.

Uma característica evidente do grupo foi o comportamento colaborativo dos estudantes, um fator histórico-cultural que acreditamos ter sido potencializado pelo LAFIS, uma vez que, a partir das diversas trocas da figura e das equações entre esses sujeitos, eles procuraram interagir durante todo o restante da resolução.

Grupo GB2 – Estudantes B3 e B4

As respostas de B4 ao teste prévio indicam que essa estudante já sabia os conceitos científicos fundamentais para a resolução do problema, uma vez que conseguiu identificar graficamente os valores do comprimento de onda e da amplitude da onda, além de obter corretamente os valores da frequência e do período da onda por meio das equações fornecidas. Quanto ao estudante B3, nada podemos afirmar com relação aos seus conhecimentos prévios, uma vez que ele não respondeu ao teste antes do experimento com o LAFIS.

No ambiente virtual, inicialmente, os estudantes se cumprimentam e trocam, entre si, o gráfico e as equações:

[13/12/13 - 13:37] Abre Laboratório 1
[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 2
[LAB 2 - B4 - 13:39] oooii
[LAB 1 - B3 - 13:39] ooi
[LAB 1 - B3 - 13:40] vc recebeu o gráfico?
[LAB 2 - B4 - 13:41] ahaam e vc?
[LAB 1 - B3 - 13:41] eu recebi só as formulas
[LAB 1 - B3 - 13:42] manda o grafico e eu mando as formulas blz?

Essas interações mostram que o estudante B3 tomou a iniciativa de saber se a colega havia recebido o gráfico. B4 também se preocupou em saber se seu par tinha recebido algum elemento. A partir dessa interação inicial, B3 buscou estabelecer uma estratégia de troca dos elementos de resolução. Em seguida, de posse do gráfico, a estudante B3 postou a resposta para o item (a) e imediatamente reenviou a figura ao colega:

[LAB 2 - B4 - 13:42] a) $8.10 = 80$ cm o comprimento de onda
[LAB 2 - B4 - 13:42] sussssa
[LAB 2 - B4 - 13:42] pera ae
[LAB 2 - B4 - 13:43] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B3 - 13:43] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B3 - 13:43] pronto
[LAB 2 - B4 - 13:43] oh yeah, o q acha da letra A? ja respondi
[LAB 1 - B3 - 13:44] ta certovou responder a c

[LAB 2 - B4 - 13:45] Beleza, vouu ver as outras...respondi e me manda a figura dipois

Chama atenção, nessa interação, o registro da expressão “*oh yeah*”, pela estudante B4, que representa satisfação decorrente da eficiente troca de elementos com o seu par. Na sequência, ela fez uma pergunta autêntica para saber o que o colega achava de sua resposta. B4, por sua vez, respondeu que estava correta e que ele iria responder o item “c”. Outra expressão (“Beleza”) revela um sentimento de satisfação, seguindo-se a afirmação de que essa estudante iria responder às outras questões. Podemos caracterizar esse padrão de interação como do tipo I-R-F invertido, uma vez que a iniciação da estudante se deu por meio de uma pergunta autêntica, e não por uma pergunta para a qual ela já tinha certeza da resposta (DUARTE e REZENDE, 2008). Na avaliação posterior ao experimento com o LAFIS, B4 demonstrou que ainda estava em processo de internalização do conceito de comprimento de onda, uma vez que acertou essa medida em dois problemas da avaliação, porém se confundiu em outro problema no qual era fornecida a distância percorrida pela onda durante meio ciclo, o que indica que, para essa estudante, esse conceito ainda necessita de maior grau de abstração e generalização, até que tenha a habilidade de identificar o comprimento de onda em qualquer situação específica.

B3 solicitou também que o seu par respondesse o item “c” e, na sequência, enviasse a figura de volta ao laboratório 2. Essa solicitação reforça a nossa tese de que manter informações parciais em cada laboratório potencializa a interação dos estudantes, pois devido à necessidade de terem que reenviar a figura inúmeras vezes, ao longo da resolução do problema, os estudantes precisam interagir, uma ação que tende a favorecer a troca de outras informações e, conseqüentemente, a aprendizagem.

Esse grupo estabeleceu uma estratégia bem definida de resolução do problema e envio dos elementos entre os laboratórios, caracterizando um dos objetivos do LAFIS: favorecer entre os estudantes uma **boa relação de interdependência**. Após dois minutos, B4 perguntou se o colega já havia respondido o item (c), conforme haviam combinado:

[LAB 2 - B4 - 13:47] respondeu? :3

[LAB 1 - B3 - 13:47] c) $4/80 = 0.5$ harts

[LAB 1 - B3 - 13:47] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 1 - B3 - 13:48] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2

[LAB 1 - B3 - 13:48] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B3 - 13:48] pronto

É interessante notar que B3 postou, naturalmente, detalhes do procedimento matemático para o cálculo da frequência. Não temos dados para identificar a natureza desse comportamento social, diferente daqueles adotados pela maioria dos estudantes. Embora o estudante tenha utilizado a equação correta, cometeu um erro muito comum: esqueceu-se de converter a ordem de grandeza do comprimento de onda de centímetros para metros. B3 devolveu a figura e as

equações ao laboratório 2 da colega. Em seguida, B3 também postou uma resposta equivocada, neste caso para o item “e”:

[LAB 1 - B3] e) 0.69... h por regra de 3
 [LAB 1 - B3] concorda cm as duas respostas?
 [LAB 2 - B4] ei, ta errado sua B, eu achoo...a minha deu 2HZ ;) a letra B deu 20 cm --> 2.10 e a D eu useei a frequência é igual o inverso do período e deu 0,5 s
 [LAB 1 - B3] ta mas a b vc fez cm?
 [LAB 1 - B3] a q eu fiz foi a c
 [LAB 1 - B3] nao a b
 [LAB 2 - B4] eu seei, escrevi errado...mas a minha C deu 2HZ :3
 [LAB 1 - B3] olha
 [LAB 1 - B3] V= comprimento de onda.F
 [LAB 1 - B3] 4=0.8.f
 [LAB 1 - B3] F=4/0.8
 [LAB 1 - B3] F= 5
 [LAB 1 - B3] ERREI MSMAS NAO DEU 2 TBM
 [PROFESSOR] Qual a unidade de medida? F = 5 ?
 [LAB 2 - B4] vc errou? '-'
 [LAB 1 - B3] hz professor
 [LAB 1 - B3] erreii pq tinha esquecido de transformar
 [LAB 1 - B3] o comprimento de onda
 [LAB 1 - B3] mas agora acho q ta certo
 [LAB 2 - B4 - 13:58] eu fiz pelas duas formas e deu resultado diferente
 [LAB 2 - B4 - 13:59] vixieiiu erreii
 [LAB 2 - B4 - 13:59] kkkkk sorry
 [LAB 2 - B4 - 13:59] esta certooo
 [LAB 1 - B3 - 13:59] kkk de boa
 [LAB 1 - B3 - 14:00] entaum fikou assim

É interessante notar que após B4 alertar o colega sobre o erro da frequência, o estudante B3 procurou refletir a respeito de sua resposta e, em um *discurso persuasivo*³¹, percebeu que havia se esquecido de fazer a transformação da ordem de grandeza do comprimento de onda, chegando, então, à resposta correta de 5Hz, após mediação do professor, que o lembrou de apontar a unidade de medida de frequência. Após justificar o modo como resolveu a questão, B4 reconheceu que a resposta postada pelo colega estava correta. Com exceção do padrão de interação entre o estudante e o professor, as interações entre os estudantes seguiram dois padrões: I-R-F-R-F até a obtenção da resposta por B3, e I-R-F-R invertido até a fala final de B3, em um discurso *interativo* mais próximo da dimensão *dialógica*, no contínuo *dialógico – de autoridade*, uma vez que os estudantes não tinham certeza de suas respostas e foram compartilhando significados até chegarem a um resultado com o qual ambos concordassem.

Outro achado interessante na análise desse grupo é que, embora B4 tenha calculado corretamente a amplitude da onda durante o experimento com o LAFIS, na avaliação posterior ao experimento essa estudante ainda apresentou o conceito cotidiano de que a amplitude seria a distância vertical da crista até o vale. Não sabemos ainda quais fatores socioculturais explicam

³¹ O discurso persuasivo é aquele no qual o interlocutor procura convencer o outro de um ponto de vista específico.

o fato dessa concepção ser tão recorrente entre os estudantes. Uma hipótese seria o fato de que para determinar a amplitude o estudante precisa visualizar uma linha imaginária horizontal no ponto médio da oscilação, o que exige certo grau de abstração. Em todo caso, esses resultados apontam para que sejam consideradas, pelos professores e pesquisadores, formas mais efetivas de se ensinar esse conceito. Vale notar que B3 não comentou a resposta da colega quanto ao cálculo da amplitude e que ele não respondeu a avaliação.

Apresentamos, abaixo, as outras interações dos estudantes, até o final do problema:

[LAB 2 - B4] a minha D deu 0,5s
 [LAB 1 - B3] A) 80cm
 [LAB 1 - B3] C) 5 hz
 [LAB 1 - B3] B) 20 cm
 [LAB 2 - B4] D) 0,5s
 [LAB 1 - B3] D) 0.5
 [LAB 1 - B3] s
 [LAB 2 - B4] ahaam...concorda com todas? ^^
 [LAB 1 - B3] ah e confere se ta certo ae
 [LAB 1 - B3] sim
 [LAB 1 - B3] ve se a E ta certa
 [LAB 2 - B4] ja conferi, pra mim ta certoo :D
 [LAB 2 - B4] voou fazer a E agora
 [LAB 1 - B3] blz terminamos
 [LAB 2 - B4] ja fez?
 [LAB 1 - B3] sim
 [LAB 2 - B4] quantos q deu?
 [LAB 1 - B3] 0.69.....
 [LAB 1 - B3] horas
 [PROFESSOR] Vocês tem certeza que a resposta da letra d é 0,5s?
 [PROFESSOR] B3, esse 0,69 é da letra e? Tem certeza?
 [LAB 2 - B4] verdade, a D ta errada
 [LAB 2 - B4] D) 0,2s
 [PROFESSOR] B3, por favor verifique esse valor de 0,2s para o período?
 [LAB 1 - B3] E) 250 s
 [LAB 1 - B3] B4 cm vc fez a D?
 [LAB 1 - B3] professor a d esta certa
 [LAB 1 - B3] D) 0.2s
 [LAB 1 - B3] $f = 1/T$
 [LAB 1 - B3] $5 = 1/T$
 [PROFESSOR] É que inicialmente ela postou 0,5... Mas depois chegou no valor de 0,2s
 [LAB 1 - B3] $5T = 1$
 [LAB 1 - B3] $T = 1/5$
 [LAB 1 - B3] ? $T = 0.2$ s
 [LAB 1 - B3] $T = 0.2$ s
 [LAB 2 - B4] é q eu posteei errado professorr...://
 [LAB 1 - B3] passando entaum os resultado
 [LAB 1 - B3] A) 80cm B)20cm C)5hz D)0.2s E)250s
 [LAB 1 - B3] certo professor?
 [PROFESSOR] Certo! Parabéns a vocês! ...

Como inicialmente os estudantes encontraram o valor 2Hz para a frequência, acabaram por calcular o período como 0,5s. O estudante B3 postou, também, que a resposta do item “e” seria 0,69 horas. Ao perceber esses equívocos, o professor fez mediações fundamentais para favorecer a apropriação dos conceitos e promover a aprendizagem desses estudantes,

questionando por meio de perguntas instrutivas se eles tinham certeza desses valores. Assim, os estudantes refletiram sobre suas respostas e conseguiram chegar nos resultados corretos. Devido ao tempo da aula, que já chegava ao seu limite, o professor apenas confirmou que as respostas estavam corretas e, como incentivo, elogiou o desempenho do grupo. Porém, se houvesse mais tempo, seria interessante que o professor mantivesse a interação e perguntasse como eles calcularam o item “e”, em um padrão clássico I-R-F, por exemplo, a fim de verificar se os conceitos necessários à resolução dessa questão realmente já haviam sido apropriados pelos estudantes ou, caso contrário, mediar o grupo no sentido de contribuir para internalizarem tais conceitos.

As análises das respostas desse grupo indicam que a interação efetiva e colaborativa dos estudantes entre si, e entre estes e o professor, durante toda a resolução do problema, foram fundamentais para a aprendizagem. Os estudantes precisaram das mediações do professor para as soluções das questões “d” e “e”. O fato de os estudantes conseguirem resolver o problema a partir do fornecimento, pelo professor, de algumas “pistas”, a exemplo do que Vygotsky (2007) afirma, sugere que esses conceitos já se achavam em processo de internalização nesses indivíduos.

Lembramos que a ZDP é um nível de desenvolvimento no qual o estudante consegue resolver determinados problemas apenas com a mediação de outra pessoa. A ZDP “[...] define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário.” (VYGOTSKY, 2007, p. 98). Em um momento futuro, esses sujeitos conseguirão resolver o problema sem necessidade de auxílio, na medida em que os conceitos associados à resolução desse problema tenham sido internalizados por eles. Nesse caso, terá acontecido um aumento no nível de desenvolvimento real do aprendiz, o que, para Vygotsky, evidencia que a aprendizagem precede e alavanca o desenvolvimento. “[...] aquilo que é a zona de desenvolvimento próximo hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã - ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã.” (VYGOTSKY, 2007, p. 98).

Grupo GB3 – Estudantes B5 e B6

Esses estudantes responderam corretamente ao segundo exercício do teste prévio. Tal desempenho sugere que os conceitos e operações fundamentais para a resolução do problema da “onda periódica” no LAFIS já eram do conhecimento desses sujeitos, que, no teste prévio,

conseguiram identificar graficamente os valores do comprimento de onda e da amplitude da onda, bem como utilizar as equações para obtenção da frequência e do período da onda.

Apresentamos, abaixo, as principais interações desse grupo, que revelam a dinâmica de resolução do problema por esses estudantes:

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 1
 [13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 2
 [LAB 1 - B5] oi
 [LAB 2 - B6] oi
 [LAB 1 - B5] me manda a figura (:
 [LAB 1 - B5] eu te mando as fórmulas hahah
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B6] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 2 - B6] aai como resolve por aqui?
 [LAB 2 - B6] já mandei a figura
 [LAB 2 - B6] as formulas já estão aqui

Essas interações evidenciam que, já no início da resolução, B5 sugeriu, por meio de um discurso *não-interativo de autoridade*, uma estratégia de troca dos elementos entre os laboratórios, solicitando a figura a B6 e lhe enviando as equações. Após trocarem esses elementos, B6 fez uma pergunta autêntica para saber como resolveria o problema de seu laboratório, já que não tinha mais a figura. Essa interação sugere que ela ainda não havia compreendido a dinâmica de funcionamento do ambiente. As interações seguintes mostram o prosseguimento da resolução:

[LAB 1 - B5] a resposta da A é 8cm
 [LAB 1 - B5] 80cm*
 [LAB 1 - B5] a) 80cm
 [LAB 1 - B5] b) 20cm
 [LAB 2 - B6] ok
 [LAB 1 - B5] manda a fórmula para descobrir a frequencia
 [LAB 2 - B6] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B6] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

Note que B5, de posse da figura, postou os valores corretos para o comprimento de onda e para a amplitude, porém não se preocupou em reenviar a figura para a colega B6. A resposta de B6 (“ok”) parece indicar que ela concordou com os valores postados pelo colega. Mas como isso seria possível, se ela estava sem a figura em seu laboratório? Procuramos verificar, pela filmagem do experimento, se essa estudante olhou a figura na tela do computador de algum colega, porém, devido ao posicionamento da câmera, não identificamos se ela teria sido uma das pessoas que se deslocaram pela sala durante a atividade. Em seguida, novamente em um discurso *não-interativo de autoridade*, B5 pede a equação para o cálculo da frequência. Apenas a interação virtual não é suficiente para avaliar quais fatores socioculturais justificam o comportamento não-colaborativo de B5, mas acreditamos que o domínio desse conteúdo por

parte do estudante explica, em parte, porque ele não perguntou à colega se a mesma concordava com a resposta. Reconhecemos que o professor pesquisador poderia ter feito uma mediação para mudar a dinâmica de interação do grupo, solicitando a B5 que reenviasse a figura ao outro laboratório, a fim de que a colega também tivesse a oportunidade de postar suas respostas ou, até mesmo, perguntando a B6 se ela concordava com as respostas, se estava vendo a figura com outro colega, etc. **Essa situação nos fez refletir a respeito da possibilidade de incluir, futuramente, mais uma ferramenta no LAFIS: a possibilidade de o professor, em sua área restrita, controlar o envio dos elementos entre os laboratórios.** Na sequência, apresentamos as interações finais desses estudantes:

[LAB 1 - B5] voce sabe fazer essa conta?
 [LAB 1 - B5] faz ai eu já fizo resultado é 5HZ
 [LAB 2 - B6] ta pera aai
 [LAB 2 - B6] da frequencia?
 [LAB 1 - B5] c) 5HZ
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B6] acabou?
 [LAB 1 - B5] d) 0,2 segundos
 [LAB 1 - B5] tenta fazer a conta pra vc aprender!!!! hauheuhe
 [LAB 2 - B6] taa menino vou fazer aqui
 [LAB 1 - B5] kkkk ok
 [LAB 2 - B6] espera um poko
 [LAB 2 - B6] aai ta dificiil
 [LAB 1 - B5] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] a letra e acho que é 250 segundos
 [LAB 1 - B5] se em 0,2 segundo se desloca 0,8 metros
 [LAB 2 - B6] ta vou verificar
 [LAB 1 - B5] x segundos ela se desloca 1000 metros
 [LAB 1 - B5] daí faz a regra de 3
 [LAB 2 - B6] blz
 [LAB 2 - B6] ta certo deuu isso mesmo
 [13/12/13 - 14:27] Fecha Laboratório 1

O estudante B5, ao fazer a pergunta instrutiva “você sabe fazer essa conta?”, demonstrou certa preocupação com a aprendizagem da colega. Pelas interações da estudante B6, percebe-se que ela estava com dificuldades em resolver as questões, especialmente ao afirmar “aai ta dificiil”. Então, seu colega B5 passou a conduzir a resolução do problema, e pela finalização do diálogo entre eles, há um indicativo de que B6 conseguiu obter o resultado indicado por B5. Como o diálogo foi finalizado, não temos informações (dados) suficientes para dizer se B6 resolveu as questões, pois embora tenha afirmado “ta certo deuu isso mesmo”, não sabemos se com essa frase ela quis confirmar todas as respostas ou apenas as soluções de determinadas questões.

Neste caso, como B6 postou uma confirmação dos resultados, o professor pesquisador teve a impressão de que ela havia feito todos os cálculos e obtido as mesmas respostas de B5

para todas as questões, por esse motivo não a mediou. No entanto, ao refletirmos durante a análise dessa interação, percebemos que falhamos em não mediar esse grupo, pois poderíamos ter solicitado à estudante B6 que descrevesse a forma como resolveu todas as questões, assim teríamos mais elementos para avaliar as suas habilidades e o grau de apropriação dos conceitos envolvidos na resolução do problema.

De modo geral, o discurso observado nesse grupo foi majoritariamente *não-interativo de autoridade*. A relação de interdependência estabelecida foi razoável, já que B5 manteve a figura em seu laboratório até concluir a resolução de todas as questões. Embora B5 tenha postado uma “pista” de como resolver o item (e) e a estudante B6 tenha concordado com a resposta, não podemos afirmar se houve aprendizagem colaborativa, pois não tivemos acesso aos cálculos realizados por B6. Em suma, analisando todas as interações discursivas, não encontramos minúcias indiciais de internalização por parte de B6. Esses estudantes não responderam à avaliação após a aula com o LAFIS, portanto, não podemos afirmar se houve alguma evolução conceitual dos estudantes comparativamente ao teste de conhecimentos prévios.

Grupo GB4 – Estudantes B7 e B8

As respostas do estudante B7 ao teste prévio sugerem que a obtenção gráfica do comprimento de onda e da amplitude já era de seu conhecimento, bem como os procedimentos de cálculo da frequência e do período da onda, embora ele tenha se esquecido de mencionar a unidade de medida para o período.

Já a estudante B8 conseguiu identificar graficamente o comprimento de onda, porém se equivocou quanto à conversão do número de “quadrados” para a sua medida equivalente em centímetros (ou metros). Essa estudante também apresentava a concepção espontânea de que a amplitude seria a distância vertical entre a crista e o vale, novamente confundindo-se quanto às unidades de medida. Ela já sabia como operar com as equações para o cálculo da frequência e do período, mas não chegou às respostas corretas por falta do valor correto para o comprimento de onda.

Apresentamos, abaixo, as primeiras interações de B7 e B8 no ambiente:

[13/12/13 - 13:38] Abre Laboratório 1

[13/12/13 - 13:38] Abre Laboratório 2

[LAB 2 - B8] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 1

[LAB 2 - B8] o que apareceu ai??

[LAB 2 - B8] respondee

[LAB 1 - B7] Tudo, equação e gráfico
 [LAB 2 - B8] do barquinho ?
 [LAB 1 - B7] é
 [LAB 2 - B8] como que vai resolver ??
 [LAB 1 - B7] espera
 [LAB 1 - B7] vc que q eu te mando a figura
 [LAB 1 - B7] ou as equações
 [LAB 2 - B8] tudo
 [LAB 2 - B8] tudopor favor
 [LAB 2 - B8] kkkkkkk
 [LAB 1 - B7] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B7] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B7] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B7] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B8] obrigada
 [LAB 1 - B7] recebeu?
 [LAB 2 - B8] uhummm
 [LAB 1 - B7] me manda as equações
 [LAB 2 - B8] $C = 80 \text{ cm}$
 [LAB 1 - B7] olha ae na imagem se o comprimento da onda é 80 cm
 [LAB 2 - B8] é sim
 [LAB 1 - B7] me manda a imagem

Inicialmente os estudantes interagiram dialogicamente, por meio de perguntas autênticas, para estabelecerem uma estratégia de resolução do problema. Após enviar a figura e as equações para sua colega B8, o estudante B7 pediu novamente as equações e para que ela verificasse se o comprimento de onda era 80 cm. Após a confirmação dela, ele solicitou novamente a imagem. As interações abaixo mostram a continuidade da resolução do problema:

[LAB 1 - B7] $A = 20 \text{ cm}$
 [LAB 2 - B8] uhuuum
 [LAB 1 - B7] $F = 5 \text{ hz}$
 [LAB 2 - B8] confere!
 [LAB 1 - B7] $T = 0,2 \text{ s}$
 [LAB 2 - B8] deixa eu responder tbm
 [LAB 1 - B7] e) 250 s
 [LAB 2 - B8] chato
 [LAB 1 - B7] kkkkk parei, o proximo vc responde bl? ;)

Mesmo sem a imagem em seu laboratório, B7 respondeu às questões seguintes, o que sugere que ele olhou a imagem na tela de algum colega ou salvou a imagem em seu computador, embora não o possamos afirmar categoricamente, pois não obtivemos essa confirmação na filmagem. Até o item (c), correspondente ao cálculo da frequência, a estudante B8 concordou com as resoluções do colega, sempre em um padrão de interação R-F. No entanto, a partir da resposta do período " $T = 0,2 \text{ s}$ ", a estudante B8, ao enviar a mensagem "deixa eu responder tbm", "reclama" que o colega B7 estava postando as respostas muito rápido. O comportamento sociocultural de B7 é semelhante ao do estudante B5, do grupo GB3, que, por já saber resolver o problema, quis postar rapidamente todas as respostas, não se preocupando com a colega, se estaria ou não necessitando de auxílio para chegar às respostas. Nesse sentido, faltou uma rápida mediação do professor, no sentido de solicitar a B7 que permitisse à colega postar suas

respostas, auxiliando-a no desenvolvimento das resoluções. Outra possibilidade seria rever as informações disponibilizadas em cada laboratório, a fim de mediar a solução do problema pelas interações colaborativas entre os pares.

Apresentamos, abaixo, as interações finais dos estudantes.

[LAB 2 - B8] $f= 40\text{Hz}$
 [LAB 1 - B7] *porque?*
 [LAB 2 - B8] *esquece..*
 [LAB 1 - B7] $v=C \cdot f$
 [LAB 1 - B7] $4\text{m/s}=0,8 \cdot f$
 [LAB 2 - B8] *I know*
 [LAB 1 - B7] $f=4/0,8$
 [LAB 1 - B7] $f=5 \text{ hz}$
 [LAB 2 - B8] *é que eu boiei mesmo*
 [LAB 1 - B7] *bl.....kkk*
 [LAB 1 - B7] *vc entendeu o C o kkk; comprimento de onda*
 [LAB 2 - B8] *tem mais algo pra fazer professor ?*
 [PROFESSOR] *Sim... Um momento por favor.*
 [PROFESSOR] *B8, por favor verifique se essas respostas que o B7 postou estão corretas...*
 [LAB 2 - B8] *já verifiquei u.u*

Percebemos que B7 preocupou-se em demonstrar para B8 como calcular a frequência após essa estudante postar, equivocadamente, o valor de 40Hz. B8, porém, comentou que sabia esse procedimento (“*I know*”) e que já tinha percebido seu erro. De modo geral, a abordagem comunicativa prioritária nesse grupo foi do tipo *interativa de autoridade*. A interação dialógica parece ter acontecido apenas a partir da pergunta autêntica de B7 (“porquê?”), ao questionar o valor da frequência postado por B8. Na sequência, B7 postou o procedimento de cálculo e B8 reconheceu que havia errado, em um padrão de interação do tipo I-R-F-R-F invertido, pois a iniciação de B7 não foi uma pergunta instrutiva.

Na análise da avaliação realizada por esses estudantes após o experimento com o LAFIS, B8 apresentou indícios de que ainda se encontrava em processo de internalização do conceito de comprimento de onda, pois em dois problemas identificou corretamente essa grandeza física, porém ao ser convocada a representá-la em uma onda, apresentou um conceito cotidiano já identificado pelo professor pesquisador em outras turmas: a distância da linha do desenho da onda percorrida em um ciclo. B8 também apresentou o mesmo conceito cotidiano de amplitude sugerido por outros estudantes.

Já o estudante B7, que demonstrou, no experimento com o LAFIS, maior domínio dos conceitos abordados, apresentou, em sua avaliação, o conceito científico de comprimento de onda e respondeu corretamente todos os problemas. No entanto, a concepção de amplitude apresentada por esse estudante, na avaliação, tal qual sua colega B8, foi mantida como apresentaram no teste prévio: um conceito baseado nas ideias espontâneas ou do cotidiano.

Outro aspecto a ser reavaliado nesse grupo foi a falta de mediações do professor, pois aparentemente B8 estava fazendo a conferência de cada resposta postada anteriormente por B7. No entanto, o professor poderia ter perguntado quais procedimentos ela havia utilizado para resolver as questões, especialmente os itens “c”, “d” e “e”, como já observamos no caso dos grupos GB1, GB2 e GB3.

Grupo GB5 – Estudantes B9 e B10

Os dados do teste prévio sugerem que a obtenção gráfica do comprimento de onda e da amplitude já eram conhecidos anteriormente por esses estudantes. Com relação à obtenção da frequência e do período da onda, os resultados indicam que esses conceitos ainda estavam em processo de internalização pelos sujeitos, pois B10 equivocou-se somente no procedimento matemático para o cálculo do período e B9 não sabia apenas a unidade de medida do período.

Inicialmente os estudantes se identificam e trocam as figuras e equações entre si:

[13/12/13 - 13:38] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - Jeiel] e aeh to com quem????
[LAB 1 - Jeiel] e aeh to com quem????
[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 2
[LAB 2 - Renata] comigo hahaha
[LAB 1 - Jeiel] humn blz
[LAB 2 - Renata] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - Jeiel] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 2 - Renata] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
[LAB 1 - Jeiel] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\times f$ ao LAB 2
[LAB 1 - Jeiel] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - Jeiel] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - Jeiel] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

Após certificarem-se da presença do professor no ambiente virtual, os estudantes B9 e B10 começam a postar as respostas para as questões do problema, como mostram as interações abaixo:

[LAB 2 - B10] oi profff
[PROFESSOR] Olá
[LAB 1 - B9] ou manda a formula do comprimento de onda de volta
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
[LAB 1 - B9] manda todas as equacoes
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\times f$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] comprimento de onda é 80
[LAB 2 - B10] comprimento de onda é 80cm
[LAB 2 - B10] amplitude igual a 20
[LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\times f$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] manda a imagen
[LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

A facilidade com que os estudantes trocaram as figuras e equações entre seus laboratórios evidencia a boa relação de interdependência estabelecida por eles para a resolução do problema. Percebendo que somente B10 estava postando as respostas, por meio de um discurso *não-interativo de autoridade*, o professor solicita a participação de B9:

[PROFESSOR] B9, você concorda com essas respostas da B10?
[LAB 1 - B9] o lambida e igual a 100cm ?? neah
[LAB 1 - B9] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - B9] e a amplitude 20cm
[LAB 2 - B10] a mlambida é 80cm
[LAB 1 - B9] manda a imagen de novo
[LAB 2 - B10] frecuencia igual a 5Hz
[LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B9] a verdade

A abordagem comunicativa *interativa de autoridade* do professor, que seguiu o padrão triádico I-R-F, em que F é o *feedback* dado pelo colega B10 (“*a mlambida é 80cm*”), auxiliou B9 a reconhecer o valor correto para o comprimento de onda (“*a verdade*”). Inicialmente, B9 posta que a medida do comprimento de onda seria 100 cm, porém sua pergunta autêntica revela que estava em dúvida quanto a essa medida. Seu par, B10, no entanto, demonstrou maior segurança ao afirmar, em uma interação colaborativa, que o valor correto seria 80 cm. Assim, B9 solicita a imagem da “onda periódica” para confirmar essa informação. Após analisar a imagem e refletir sobre o valor sugerido pelo colega, B9 consegue identificar o valor correto para o comprimento de onda. Essa situação também evidencia que manter as figuras em apenas um dos laboratórios, com a possibilidade de serem “teletransportados” para o outro, favorece a interação entre os estudantes, que precisam solicitar ao colega o envio de uma figura, equação, tabela, etc.

Apresentamos, abaixo, a solução dos estudantes para as demais questões propostas:

[LAB 2 - B10] periodo 0.2 segundos
[LAB 1 - B9] e frecuencia e 5 hztbm
[LAB 1 - B9] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - B9] manda a formula do periodo
[LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[LAB 1 - B9] $T=0,2$
[LAB 1 - B9] $T=0,2???$
[LAB 1 - B9] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

Inicialmente, esse grupo vinha seguindo um padrão de interação no qual o estudante B9 postava as respostas e, em seguida, B10 fazia a verificação das mesmas. É o que podemos observar para os valores da frequência e do período.

Analisaremos, agora, uma minúcia interessante que também mostra as vantagens de se utilizar um AVEA com os recursos colaborativos do LAFIS. A estudante B9 fez o seguinte pedido a B10: “*manda a formula do periodo*”. Sabemos, pelo teste prévio respondido

anteriormente por B9, que ela já sabia que tal equação poderia ser utilizada para o cálculo do período. No entanto, considerando uma situação de um estudante que não soubesse qual equação utilizar, essa seria uma dica valiosa dada pelo colega. Vygotsky (2007, 2008) deixou claro, em sua teoria, que se um estudante não consegue resolver um determinado problema sozinho, mas encontra a solução por meio de pistas dadas por um colega mais experiente, significa que os conceitos associados a tal problema encontram-se na Zona de Desenvolvimento Próximo do aprendiz. Portanto, estabelecer a ZDP dos estudantes pela ação mediada do professor ou de um colega mais experiente é a situação educacional mais eficiente possível, pois os processos de aprendizagem aí desenvolvidos podem alavancar o desenvolvimento do aluno, que, amanhã, será capaz de fazer sozinho aquilo que, hoje, só conseguiria com a mediação de outra pessoa.

Com relação ao item “e” do problema, houve uma mudança no padrão de interação dos estudantes, pois, nesse caso, foi a estudante B10 quem postou a resposta primeiro, como mostram as interações abaixo:

[LAB 2 - B10] a letra E vai ser 250 s
[LAB 2 - B10] eu acho
[LAB 2 - B10] vc já fez??
[LAB 2 - B10] me responda.....
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - B9] sim msm 250s
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 2 - B10] fica com vc
[LAB 2 - B10] kkk]
[LAB 1 - B9] blz
[LAB 1 - B9] o professor a amplitude e 20 cm ??? ai =0,2m
[PROFESSOR] B10, concorda com esses valores para a amplitude?
[LAB 2 - B10] sim

B9 envia mensagem para B10 informando que também chegou ao mesmo valor para a questão “e”. Percebendo que B10 não havia confirmado o valor da amplitude, o estudante B9 fez uma *pergunta autêntica* ao professor para identificar se essa grandeza equivaleria a 20cm ou 0,2m. A resposta do professor, na forma de *pergunta instrutiva*, leva B10 a dar um *feedback* ao colega e ao professor, o que aponta, mais uma vez, para a importância de uma proposta de ambiente colaborativo como o LAFIS, pois é natural que os estudantes, ao resolverem

determinado problema, desejem saber se a solução está correta. Diante de tal situação, o professor pede a participação da colega B10, que confirma o valor postado por B9 para a amplitude.

De modo geral, nesse grupo os padrões de interação foram bem estabelecidos, permitindo a internalização do comprimento de onda e da amplitude pelo estudante B9. Além disso, a interação colaborativa dos estudantes durante todo o problema permitiu que a cada postagem o colega obtivesse um *feedback* imediato, o que também parece ter favorecido a dinâmica de resolução do grupo. Os dados da avaliação preenchida por B9 após o experimento com o LAFIS sugerem, de fato, que esse estudante avançou em direção aos conceitos científicos de comprimento de onda e amplitude, pois acertou a identificação dessas grandezas em três problemas distintos.

Grupo GB6 – Estudantes B11 e B12

Os dados do teste prévio respondido por B11 sugerem que os procedimentos para determinação gráfica do comprimento de onda, da amplitude e a manipulação das equações para obtenção da frequência e do período de uma onda já faziam parte dos conhecimentos prévios dessa estudante. Já as respostas de B12 sugerem que essa aluna ainda não havia internalizado o procedimento de medida para a amplitude, pois deixou essa questão sem resposta, além de não se lembrar da unidade de medida para o período.

Apresentamos, abaixo, as primeiras interações das estudantes no ambiente ao tentarem resolver o problema da “onda periódica”:

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 2
[13/12/13 - 13:40] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - B11] oioieeeee
[LAB 2 - B12] oiii
[LAB 2 - B12] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B11] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 2 - B12] o comprimento da onda é 80 m
[LAB 2 - B12] ?
[LAB 1 - B11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 2 - B12] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B11] pera ai vou ver
[LAB 2 - B12] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[PROFESSOR] B11, concorda que o comprimento de onda é 80 cm?
[LAB 1 - B11] concordo :)
[LAB 1 - B11] é 80 B12 :)
[LAB 1 - B11] A amplitude é 20
[LAB 1 - B11] ??
[LAB 2 - B12] nao
[LAB 1 - B11] pq nao ??
[LAB 2 - B12] to na duvida

[LAB 1 - B11] pq fer ??
[LAB 2 - B12] entao é 20
[LAB 1 - B11] pq fer ?? é 20 sim pq é só contar os quadrado (ate a metade) de baixo para cima
[LAB 2 - B12] hum
[LAB 1 - B11] fer vc entendeu ?
[LAB 2 - B12] sim

Pelos diálogos entre as estudantes, percebemos que ambas concordam com o valor do comprimento de onda, porém B12 ainda não sabia como medir a amplitude (é provável que essa estudante ainda tivesse uma concepção espontânea dessa grandeza). A colega B11 explicou como proceder a medida, a partir de um padrão discursivo que seguiu a cadeia I-R-F-R-F-R-F-R-F-R, desencadeada pela pergunta autêntica de B11 (“*A amplitude é 20??*”). No entanto, B12 não respondeu na avaliação como calcular a amplitude, o que sugere que de fato ela não internalizou esse conceito. Esses resultados mostram que a quantidade de interações não é o fator determinante para a aprendizagem. É necessário que o conceito científico que se deseja ensinar se articule com o conceito cotidiano já presente na mente do sujeito. Uma interação que poderia promover isso seria solicitar, à estudante B12, uma descrição de como teria calculado a amplitude. Assim, a partir de sua resposta, poderíamos apresentar-lhe o conceito científico correlato, em um simples padrão triádico I-R-F, por exemplo. Reconhecemos que o professor pesquisador poderia ter promovido tais interações colaborativas.

Apresentamos, abaixo, as demais interações entre as estudantes:

[LAB 1 - B11] a frequencia ?
[LAB 2 - B12] to fazendo a conta pera ai
[LAB 1 - B11] ta
[LAB 1 - B11] a frequencia é 5hz
[PROFESSOR] Pessoal, qual a unidade de medida nas letras a e b?
[LAB 2 - B12] segundos
[LAB 1 - B11] a) 80 cm b) 20 cm c) 5 hz
[LAB 2 - B12] 5 hz
[LAB 2 - B12] mesmo

Embora nas interações anteriores B12 afirma ter obtido o valor de 5 Hz para a frequência, não sabemos como foi efetuado esse cálculo. Seguem, abaixo, as interações referentes às questões (d) e (e):

[LAB 1 - B11] agora vamos ver o periodo
[LAB 2 - B12] agora so falta a d
[LAB 2 - B12] e
[LAB 2 - B12] vishi complico essas duas
[LAB 2 - B12] (:
[LAB 1 - B11] o periodo é 0.2 s
[LAB 2 - B12] hum
[LAB 1 - B11] conseguiu fazer ?
[LAB 2 - B12] vc sabe fazer e B11
[PROFESSOR] B12, como a B11 chegou nesse valor para o periodo?
[LAB 1 - B11] a ultima é 250 s ...
[LAB 1 - B11] tenta fazer a d) ae fer

[LAB 2 - B12] tah

O professor, ao perceber que B12 estava com dificuldades e que apenas acompanhava a resolução de B11, solicitou que esta estudante detalhasse os cálculos para o período. Ela, porém, não o fez, o que sugere que a estudante ainda não havia internalizado tal procedimento. B11, que já dominava tal conteúdo, postou então a resolução completa no *chat*:

[LAB 1 - B11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 2 - B12] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

[LAB 1 - B11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 1 - B11] conseguiu Fre ?

*[LAB 1 - B11] Fer ***

[LAB 1 - B11] assim fer usa a formula $V = \lambda / \text{PERIODO}$

[LAB 1 - B11] Ai voce substitui os valores

[LAB 1 - B11] a velocidade é 4m/s

[LAB 1 - B11] a velocidade é 4m/s a lambida é 0.8 pq voce passou para metros

[LAB 1 - B11] e o periodo voce quer axar

[LAB 1 - B11] agr é só substituir

[LAB 1 - B11] entendeu ?

[LAB 2 - B12] sim

[PROFESSOR] Boa explicação!

[LAB 2 - B12] da mesmo 0,2 s

Mesmo que B12 tenha postado que o resultado “da mesmo 0,2 s”, não sabemos se ela realmente efetuou esses cálculos, ou se disse isso por ser mais cômodo. Por fim, B11 pede à colega que tente resolver a questão (e):

[LAB 1 - B11] agr tenta fazer a e) fer

[LAB 2 - B12] ja fiz

[LAB 1 - B11] deu quantos ?

[LAB 2 - B12] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1

[LAB 2 - B12] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 1

[LAB 2 - B12] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

[LAB 1 - B11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] B12 é a mesma equação que e letra d porque voce quer achar o periodo só que em outro espaço de comprimento

[LAB 1 - B11] ao invz de voce colocar 0.8 na lambida que é o comprimento

[LAB 1 - B11] voce poe o 1 km

[LAB 1 - B11] só que tenque transformar para metros

[LAB 1 - B11] por causa da velocidade que esta em m/s

[LAB 1 - B11] entao a velocidade é 4 a lambida é 1000(era 1 km)

[LAB 1 - B11] e o periodo voce quer axar

[LAB 1 - B11] agr substitui

[LAB 2 - B12] entendi

[LAB 1 - B11] e multiplica cruzado ae

[LAB 1 - B11] ok :))

[LAB 2 - B12] da 250 s

[LAB 1 - B11] isso ae :)

[LAB 2 - B12] acabo

[LAB 2 - B12] (:

[LAB 1 - B11] sim :)

[LAB 1 - B11] a) 80 cm b) 20 cm c) 5 hz d) 0,2 s e e) 250 s

[13/12/13 - 14:26] Fecha Laboratório 2

[13/12/13 - 14:26] Fecha Laboratório 1

Novamente a estudante B12 parece ter apenas concordado com a resposta da colega para finalizar as interações. O próprio padrão de interação estabelecido entre as estudantes dá indícios de que B12 não conseguiu se apropriar dos conceitos, uma vez que ao longo das interações não fez perguntas autênticas, nem deu respostas com detalhes que indicassem elementos de aprendizagem. Analisando a avaliação posterior ao experimento, essa hipótese parece fazer sentido, pois verificamos que B12 não respondeu nenhuma das questões do questionário.

É possível que as funções psicológicas superiores mobilizadas para a aprendizagem dos conceitos trabalhados no problema estivessem além da Zona de Desenvolvimento Próximo dessa estudante. Isso significa que, mesmo com auxílio, a estudante ainda não teria condições de resolver as questões propostas. A solução, nesse caso, seria partir dos conceitos cotidianos da estudante, abstraindo-os gradativamente para que os conceitos científicos correlatos pudessem ser internalizados.

Ao perceber as dificuldades de B12, especialmente nos itens “d” e “e”, a estudante B11 procurou interagir com a colega durante toda a resolução, explicando em detalhes o passo-a-passo de como obter o período da onda e o tempo necessário para esta percorrer 1 km. A estudante B11, portanto, apresentou um comportamento e atitudes diferentes dos estudantes B5 e B7, pois demonstrou grande preocupação e até mesmo responsabilidade com a aprendizagem da colega.

A abordagem comunicativa nesse grupo foi do tipo *não interativa de autoridade*, pelo fato de a “voz” de B12 não ter sido incorporada às interações de B11. Acreditamos que a abordagem *interativa* no contínuo *dialógico - de autoridade* traria resultados mais satisfatórios, no entanto, para efetivá-la seria necessário um maior envolvimento de B12, isto é, uma identificação mais clara de seus conhecimentos prévios a partir do seu discurso. Nesse sentido, o padrão de interação triádico clássico I-R-F ou em cadeia poderiam se constituir em abordagens promissoras, desde que considerada uma atuação na Zona de Desenvolvimento Próximo da estudante.

Um detalhe interessante é que B11 resolveu o item “e” como se a onda fosse ter um novo período, que seria de 250s, correspondente a um possível comprimento de onda igual a 1Km. Embora esse raciocínio resolva o problema do ponto de vista matemático, é preciso um cuidado do ponto de vista conceitual com relação à compreensão de tal fenômeno. O professor, não percebendo tal “problema” conceitual, no momento do experimento com o LAFIS, não

mediou o grupo diferenciando os conceitos espontâneos dos conceitos científicos relativos a essa questão.

O desempenho das estudantes no teste prévio e durante o experimento com o LAFIS parecem indicar que os conceitos relativos à resolução desse problema já faziam parte dos conhecimentos prévios de B11, diferentemente para a estudante B12, que mostrou necessitar ainda de muitas mediações para a efetiva apropriação dos conceitos físicos discutidos no problema proposto no LAFIS. Em síntese, as análises das interações desse grupo mostraram que o ambiente que propomos pode favorecer a aprendizagem do estudante que tem condições de resolver um problema, quando assistido por um colega mais experiente, porém, se mesmo com o auxílio do colega e do professor o estudante não conseguir avançar, significa que os conceitos cotidianos devem ser trabalhados em um nível mais concreto para que os conceitos científicos correspondentes, em um processo dialético de articulação aos primeiros, possam ser gradativamente internalizados.

Grupo GB7 – Estudantes B13 e B14

Os dados do teste prévio preenchido por esses estudantes levam a crer que os conceitos relacionados ao problema da “onda periódica” já eram conhecidos da estudante B13, pois ela obteve corretamente os valores do comprimento de onda, amplitude, frequência e período da onda. Quanto à B14, a obtenção gráfica do comprimento de onda e da amplitude da onda também pareciam já fazer parte de seus conhecimentos prévios. No entanto, esse estudante apresentou dificuldades e precisava ainda habituar-se a fazer as devidas transformações de ordens de grandeza do comprimento de onda antes de utilizar a equação para determinação da frequência da onda. Outra dificuldade estava relacionada com os procedimentos algébricos necessários para a manipulação de frações na equação que relaciona a frequência com o período da onda. Para esse estudante, esses procedimentos e os conceitos relacionados ainda estavam em vias de apropriação. Portanto, de acordo com Vygotsky (2007, 2008), o estudante B14 necessitaria de alguém mais experiente, que já dominasse tais conceitos e habilidades, para auxiliá-lo no processo de apropriação desses conhecimentos.

Apresentamos, abaixo, as primeiras interações entre esses estudantes:

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 1

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 2

[LAB 1 - B13] oii

[LAB 1 - B13] quem ta ai ?

[LAB 2 - B14] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - B13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 2 - B14] envie as equações
[LAB 1 - B13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2
[LAB 2 - B14] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B14] envie as equações

Após trocarem a figura e as equações, os estudantes começam a postar as respostas do problema no *chat* do LAFIS:

[LAB 1 - B13] $C = 80 \text{ cm}$
[LAB 1 - B13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B13] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B13] $A = 20 \text{ cm}$
[LAB 1 - B13] recebeu as equações ??
[LAB 1 - B13] $f = 5 \text{ Hz}$
[LAB 2 - B14] sim recebi.
[LAB 1 - B13] $T = 0,2 \text{ s}$
[LAB 1 - B13] concorda com as minhas respostas ??
[LAB 2 - B14] estou respondendo para ver se bate as nossas respostas.
[LAB 1 - B13] ok
[LAB 2 - B14] B13 estou sem o gráfico me manda
[LAB 1 - B13] a) Comprimento = 80 cm ou $0,8 \text{ m}$ b) Amplitude = 20 cm ou $0,2 \text{ m}$ c) Frequência = 5 Hz d) $T = 0,2 \text{ s}$ e) $T = 250 \text{ s}$
[LAB 1 - B13] me responde quando terminar ((:
[LAB 1 - B13] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - B13] que gráfico ??
[LAB 2 - B14] já localizei.

Com base nessas interações, notamos que a estratégia de resolução adotada pelos estudantes foi determinada pela estudante B13, que começou a postar as respostas no ambiente e questionou o colega a fim de saber se ele concordava com as suas respostas. Essa iniciativa de B13 confirmou a nossa hipótese, obtida pelos dados do teste prévio, de que os conceitos e procedimentos de resolução desse problema já eram do seu conhecimento. Embora não com a mesma preocupação de B11, do grupo GB6, que acompanhou a colega passo-a-passo na resolução do problema, a estudante B13 também demonstrou certa preocupação com o desempenho de B14, perguntando se o mesmo havia recebido as equações, se concordava com suas respostas e solicitando que a avisasse quando terminasse os cálculos.

Embora a relação de interdependência do grupo tenha sido bem estabelecida, já que trocaram a figura e a equação diversas vezes, a interação colaborativa do grupo, no sentido de trocas de significados entre os sujeitos, não aconteceu. Mostramos abaixo as outras interações dos estudantes até o final do experimento:

[PROFESSOR] B14, vai postando suas respostas pra gente ver se "bate" com as da B13, ok?
[LAB 2 - B14] B13 sim concordo com a sua resposta.
[LAB 2 - B14] comprimento de onda = 80 cm .
[LAB 2 - B14] a amplitude = 20 cm .
[LAB 1 - B13] ok, então
[LAB 2 - B14] a frequência = 5 hz
[LAB 2 - B14] período = $0,2 \text{ s}$.
[PROFESSOR] Legal! Só falta a letra e B14!
[LAB 2 - B14] o tempo necessário é de 250 s
[LAB 1 - B13] tudo certo professor !!!

[PROFESSOR] Parabéns a vocês!
[13/12/13 - 14:25] Fecha Laboratório 1

Recordamos que, durante o experimento, os estudantes procuraram resolver as questões propostas em seu caderno. Como disse B14 anteriormente, “*estou respondendo para ver se bate as nossas respostas.*”. Porém, com os dados que dispomos das interações gravadas no ambiente, não podemos afirmar, categoricamente, se B14 internalizou os conceitos que ainda não dominava, pois as interações discursivas registradas no *chat* do LAFIS não apresentam indícios de processos de aprendizagem. Além disso, esse grupo também não respondeu a avaliação após o experimento com o LAFIS.

As interações desse grupo nos levaram à reflexão sobre a importância da atenção do professor às interações dos estudantes no ambiente, no sentido de promover mediações mais efetivas. O professor poderia ter solicitado a B14 que postasse no *chat* os procedimentos por ele utilizados para resolver o problema, o que seria uma forma de avaliação da aprendizagem.

Grupo GB8 – Estudantes B15 e B16

Pelos dados do teste prévio respondido por B15, percebemos que esse estudante ainda não sabia identificar graficamente o comprimento de onda e a amplitude de uma onda periódica. Não sabia também qual equação utilizar para obter a frequência a partir da velocidade de propagação da onda. Já a estudante B16 sabia identificar graficamente que o comprimento de onda pode ser medido entre duas cristas consecutivas, porém não soube calcular que essa distância seria de 80 cm, caso o lado de cada quadrado mostrado na Figura 18 fosse equivalente a 10cm. Essa estudante não sabia também qual a unidade de medida do período em unidades do SI.



Figura 18 - Representação de onda periódica que foi utilizada em um problema do teste de conhecimentos prévios.

Assim, os resultados do teste prévio sugerem que os conceitos fundamentais do problema encontravam-se em vias de apropriação desses estudantes. As interações, abaixo, mostram a dinâmica de resolução dos problemas por parte de B15 e B16:

[13/12/13 - 13:49] Abre Laboratório 1
[13/12/13 - 13:49] Abre Laboratório 2
[LAB 1 - B15] ooi?

[LAB 2 - B16] Hey
 [LAB 2 - B16] $A = 80 \text{ cm}$
 [LAB 2 - B16] $B = 20 \text{ cm}$
 [LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B16] $C = 50 \text{ Hz}$
 [LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B15] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B16] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 2 - B16] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B15] manda as formulas
 [LAB 2 - B16] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B16] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B15] c) 5 Hz
 [PROFESSOR] A B16 postou que a frequência é 50Hz, então qual é o valor correto?
 [LAB 1 - B15] d) 0,2
 [PROFESSOR] Qual a unidade nessa letra d B15?
 [LAB 1 - B15] 0,2 s
 [LAB 2 - B16] Errei ao digitar , 5 Hz
 [LAB 1 - B15] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B15] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B16] $T = 250 \text{ s}$
 [LAB 1 - B15] ^^
 [PROFESSOR] Muito bem!
 [13/12/13 - 14:26] Fecha Laboratório 2
 [13/12/13 - 14:27] Fecha Laboratório 1

É importante observar que o procedimento para medida do comprimento de onda parece ter sido internalizado por B16, que não soube identificar tal grandeza no teste prévio.

As mediações do professor, *interativas de autoridade*, por meio do padrão triádico clássico I-R-F, foram importantes para a identificação do correto valor referente à frequência e a unidade de medida para o período, porém mais interações poderiam ter sido feitas. Durante o experimento, ao analisar as respostas postadas por B15, o professor não associou que esse estudante precisava de maior atenção devido às suas dificuldades em responder o teste prévio. Assim, seria importante perguntar a B15 quais os valores que o mesmo encontrou para o comprimento de onda e para a amplitude, bem como quais os procedimentos que utilizou para calcular a frequência e o período da onda. Faltou, ainda, questionar se B15 calculou o item “e” e, em caso afirmativo, qual foi o procedimento utilizado. O professor poderia ter também solicitado a B16 que postasse os procedimentos que utilizou para responder ao problema. De acordo com o referencial teórico adotado em nossa pesquisa, essa forma de atuação do professor poderia nos dar elementos para identificar possíveis processos de internalização dos sujeitos.

É possível que B15, ao longo do experimento com o LAFIS, tenha internalizado os procedimentos para medir o comprimento de onda e a amplitude, pois na avaliação, esse estudante identificou essas grandezas corretamente (equivocou-se, apenas, na unidade de medida da amplitude). Ele demonstrou também que estava em vias de apropriação dos conceitos

e habilidades necessários para interpretar dados e utilizar as equações correspondentes no cálculo do período (em função da frequência) e da velocidade de propagação da onda.

Já a estudante B16, na avaliação, ainda teve dúvidas quanto ao cálculo do comprimento de onda em um gráfico semelhante ao da Figura 18 (ela apresentou o conceito cotidiano, muito comum, de contar o número de linhas verticais, e não o número de quadrados, entre uma crista e outra). Tal qual seu colega B15, ela também estava em vias de apropriação da medida do comprimento de onda.

Grupo GB9 – Estudantes B17 e B18

Não sabíamos quais conceitos já seriam conhecidos da estudante B17, pois a mesma não respondeu ao teste prévio. O estudante B18, por sua vez, demonstrou, nesse teste prévio, que os conceitos relacionados a esse problema já eram de seu conhecimento, pois obteve corretamente os valores do comprimento de onda, amplitude, frequência e período da onda.

Apresentamos, abaixo, as principais interações entre esses estudantes:

[13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 2
 [LAB 2 - B18] oi '-'
 [13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 1
 [LAB 1 - B17] oi
 [LAB 1 - B17] manda a figura ae
 [LAB 2 - B18] pera ae, to fazendo aqui rapidinho ae te mando
 [LAB 1 - B17] mas eu tbm tenho q fazer !
 [LAB 2 - B18] hahaha :P
 [LAB 2 - B18] manda as formulas
 [PROFESSOR] B18, posta as respostas que você encontrar pra depois a B17 ver se encontra os mesmos valores, ok?
 [LAB 1 - B17] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B17] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B17] oi professor !
 [LAB 2 - B18] ok
 [LAB 2 - B18] a) 80 cm ou 0,8 m
 [LAB 1 - B17] oh B18 manda a imagem !
 [LAB 2 - B18] b) 20 cm ou 0,2 m
 [LAB 2 - B18] c) 5 Hz
 [LAB 2 - B18] d) 0,2 s
 [LAB 2 - B18] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 2 - B18] e) 250 m
 [LAB 2 - B18] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B18] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B17] a letra e deu 250 s
 [LAB 2 - B18] é
 [LAB 2 - B18] escrevi errado
 [LAB 2 - B18] e.e
 [LAB 1 - B17] rrsrrs >>
 [LAB 2 - B18] vish '-'
 [LAB 1 - B17] acabou ja ?
 [PROFESSOR] B17, veja se chega nas mesmas respostas do B18 ok?
 [LAB 2 - B18] sim '-'

*[LAB 1 - B17] chegou sim professor ! e agr?
[13/12/13 - 14:27] Fecha Laboratório 1*

Essas interações mostram que o estudante B18 chegou às respostas corretas independentemente de auxílio do colega ou do professor, o que sugere que os conceitos explorados no problema já faziam parte de seus conhecimentos prévios.

Assim, do ponto de vista pedagógico, não houve aprendizagem para esses estudantes, mas esse problema foi importante por revelar a dinâmica de uso do ambiente por parte desses sujeitos. Assim como outros colegas que também já tinham conceitos científicos bem consolidados para que o problema fosse solucionado, esses estudantes procederam à resolução isoladamente das questões, para somente depois trocarem informações entre si no sentido de identificar se as respostas estavam corretas.

Uma habilidade que poderia ter sido explorada pelo professor, e que não sabemos se era do conhecimento desses estudantes, seria a verificação dos resultados obtidos, também conhecida como “prova real”. Em geral, poucos estudantes fazem essa verificação, embora seja tão importante quanto a própria resolução do problema em si. Além disso, o professor poderia ter solicitado que os estudantes postassem no ambiente os procedimentos que utilizaram para resolução do problema, especialmente B17, que postou suas respostas somente após B18.

Os resultados da avaliação mostram que a estudante B17 ainda estava em processo de diferenciação dos conceitos, pois atribuiu a distância vertical entre a crista e o vale como sendo o comprimento de onda. Já B18 identificou corretamente o comprimento de onda e a amplitude, bem como calculou a velocidade de propagação de uma onda a partir do comprimento de onda e do período. Como B18 já havia ido bem no teste de conhecimentos prévios, não temos evidências de indícios de aprendizagem desses estudantes durante o experimento com o LAFIS.

Grupo GB10 – Estudantes B19 e B20

Nesse grupo, as duas estudantes souberam identificar graficamente o comprimento de onda e a amplitude no teste prévio. Quanto ao cálculo da frequência e do período da onda, a estudante B19 esqueceu-se apenas de utilizar o comprimento de onda em metros. Já a estudante B20 chegou às respostas corretas para a frequência e o período, porém colocou que a unidade de medida do período seria em m/s. Esses resultados indicam que a identificação gráfica do comprimento de onda e da amplitude já fazia parte dos conhecimentos prévios das estudantes. Porém, o reconhecimento das unidades de medidas no SI parecia, ainda, encontrar-se em

processo de apropriação por B19. O conceito de período também parecia ainda não ter sido internalizado por B20. Já os conceitos relacionados ao tempo necessário para a onda percorrer uma certa distância (item “e”) não foram avaliados no teste prévio.

As interações abaixo mostram como os estudantes procederam à resolução do problema:

[13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 2
[13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 1
[LAB 2 - B20] Oii?
[LAB 1 - B19] oi!!!!
[LAB 2 - B20] vc ta com as formulas, néh?
[LAB 2 - B20] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B19] sim
[LAB 1 - B19] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 2 - B20] OK, então
[LAB 2 - B20] a letra A é 8cm e a B é 2cm
[LAB 1 - B19] como faz para voltar nasequações
[LAB 2 - B20] nao sei, tbm não to sabendo mexer aki
[LAB 1 - B19] manda o q eu te mandei
[LAB 1 - B19] de volta
[LAB 2 - B20] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B19] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[PROFESSOR] Vocês podem ir postando as respostas, depois a outra colega faz a conferência...
[LAB 1 - B19] eu quero a onda
[LAB 2 - B20] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 2 - B20] foi agora?
[LAB 1 - B19] veio
[LAB 1 - B19] a e b corretas
[LAB 2 - B20] a frequencia é 50Hz
[LAB 1 - B19] qual formula vc usou
[LAB 2 - B20] desculpa, a letra A é 80cm e a B é 20cm
[LAB 2 - B20] a frequencia é 5Hz
[LAB 1 - B19] é verdade
[LAB 2 - B20] periodo é 0,2s
[LAB 2 - B20] letra E, acho q é 50s pra ele andar 1Km
[LAB 1 - B19] não sei fazer a E
[LAB 2 - B20] pera, acho q errei aki
[LAB 1 - B19] não é 250 s
[LAB 2 - B20] letra E é 250s ;)
[LAB 2 - B20] letra E é 250s ;)agora ta certo!
[LAB 2 - B20] Deu 4,1 minutos
[LAB 1 - B19] e agora será q tá certo
[LAB 2 - B20] terminamos (:
[LAB 2 - B20] acho q sim
[LAB 1 - B19] porque é 4,1
[LAB 1 - B19] como vc fez
[LAB 2 - B20] transformei os 250s em min, regra de 3
[LAB 2 - B20] entendeu?
[LAB 1 - B19] entendi
[PROFESSOR] A resposta pode ser em segundos mesmo, mas achei legal explicar como se transforma para minutos...
[13/12/13 - 14:26] Fecha Laboratório 2
[13/12/13 - 14:27] Fecha Laboratório 1

Inicialmente, as estudantes comentaram que não sabiam como fazer as equações reaparecerem. Esse comentário apareceu em diversos outros grupos, sugerindo que seria

interessante criar no ambiente outros mecanismos para orientar e facilitar a compreensão do funcionamento desse sistema.

Com relação à resolução do problema, primeiramente, as estudantes sugerem os valores para o comprimento de onda e a amplitude apenas contando apenas o número de “quadrinhos” na figura. Posteriormente, porém, elas multiplicam esses valores por “10”, chegando, desse modo, à resposta correta.

A estudante B19 também não postou os cálculos para as letras “c” e “d”, tampouco se concordava com os valores encontrados pela colega. Como o professor não percebeu esses detalhes durante o experimento, não foi possível identificar se foram promovidos os avanços conceituais dessa estudante. No entanto, os resultados da avaliação posterior ao experimento com o LAFIS sugerem que a estudante amadureceu parte desses conceitos, pois conseguiu calcular o período de uma onda a partir do valor da frequência.

Nesse grupo, o professor também poderia ter solicitado, às estudantes, os procedimentos utilizados por elas para resolverem as questões. Assim, teríamos elementos para, de certa forma, avaliar os conhecimentos prévios de B19 e B20, além da possibilidade de identificar conceitos que ainda se encontrassem em vias de apropriação dessas estudantes, especialmente da estudante B19, que aparentemente teve mais dificuldades na resolução do problema, tanto é que necessitou diversas vezes do auxílio da colega B20.

Síntese das análises do problema da “onda periódica” no IFMS

Vimos que os estudantes chegaram às respostas corretas para o problema em todos os dez grupos analisados no IFMS. Em cinco grupos houve boa interação colaborativa pelo *chat* entre os colegas durante todo o experimento. Em apenas três grupos não houve interação colaborativa com o professor, porém reconhecemos nossa falha nesses casos, uma vez que poderíamos ter provocado tais interações. Em quatro grupos os dados do *chat* permitiram identificar indícios de aprendizagem dos estudantes. Acreditamos que em mais grupos possa ter ocorrido processos de aprendizagem, porém como não consideramos as anotações dos estudantes para análise, apenas os dados discursivos registrados no ambiente foram insuficientes para detectar a internalização de conceitos. O Quadro 7 mostra uma síntese dos resultados obtidos:

Quadro 7 - Resultados da resolução do problema da “onda periódica” para os grupos analisados no IFMS.

Grupo	Relação de interdependência	Interação colaborativa entre os colegas pelo chat	Interação colaborativa com o professor pelo chat	Vestígios de aprendizagem dos estudantes
1	Boa. Três trocas da figura e cinco trocas com equações.	Boa. Interagiram em todas as questões propostas.	Boa. Responderam todas as questões do professor.	Boa. Desenvolvimento dos estudantes no cálculo da amplitude.
2	Boa. Definiram juntos uma estratégia de troca. Duas trocas da figura, três trocas das equações.	Boa. Interagiram em todas as questões propostas.	Boa. Fizeram perguntas e responderam todas as questões do professor.	Boa. Desenvolvimento dos estudantes nas questões (d) e (e).
3	Razoável. B5 deteve a figura para resolver as questões e só depois devolveu à colega. Duas trocas da figura, sete trocas das equações.	Não houve. B6 estava com dificuldades, mas não fez perguntas ao colega. B5 auxiliou apenas na questão (e), ainda assim de forma cooperativa, e não colaborativa.	Não houve. O professor deveria ter mediado esse grupo mais atentamente, pois não houve colaboração entre os pares.	Não detectada. Os dados discursivos são insuficientes para afirmar se houve internalização de conceitos.
4	Boa. Definiram estratégia de troca. Cinco trocas da figura, quatro trocas do conjunto de equações.	Boa. Interagiram em boa parte das questões, interação colaborativa ficou evidente apenas na questão “e”.	Não houve. O professor deveria ter mediado esse grupo mais atentamente, pois quase não houve colaboração entre os pares.	Não detectada. Os dados discursivos são insuficientes para afirmar se houve internalização de conceitos.
5	Boa. A figura foi trocada de laboratório 9 vezes e o conjunto de equações 7 vezes.	Boa. Interagiram em todas as questões propostas e houve colaboração para B9 obter o comprimento de onda.	Boa. B9 fez uma pergunta autêntica e responderam todas as questões do professor.	Boa. Internalização do comprimento de onda e da amplitude por B9.
6	Boa. A figura foi trocada 4 vezes e as equações de duas a quatro vezes cada uma.	Boa. A estudante B11 procurou interagir colaborativamente com a colega em todas as questões, apresentando detalhes da resolução.	Boa. Não fizeram perguntas, mas responderam todas as questões do professor.	Não detectada. Os dados discursivos são insuficientes para afirmar se houve internalização de conceitos.
7	Boa. A figura foi trocada duas vezes e as equações de uma a três vezes cada.	Não houve. B14 concordou com todas as respostas da colega.	Não houve. O professor deveria ter mediado esse grupo mais atentamente, solicitando que B14 postasse no ambiente as resoluções.	Não detectada. Os dados discursivos são insuficientes para afirmar se houve internalização de conceitos.
8	Boa. A figura foi trocada duas vezes e o conjunto de equações duas vezes.	Não houve. B14 concordou com todas as respostas da colega.	Pouca. O professor deveria ter mediado esse grupo mais atentamente, solicitando que os estudantes postassem as resoluções no chat.	Não detectada. Os dados discursivos são insuficientes para afirmar se houve internalização de conceitos.
9	Boa. Definiram estratégia de troca. Uma troca da	Pouca. Apenas na questão “e”	Pouca. O professor deveria ter mediado esse grupo mais atentamente,	Não detectada. Os dados discursivos são insuficientes para

Grupo	Relação de interdependência	Interação colaborativa entre os colegas pelo <i>chat</i>	Interação colaborativa com o professor pelo <i>chat</i>	Vestígios de aprendizagem dos estudantes
	figura, duas trocas entre duas equações.		solicitando que os estudantes postassem as resoluções no <i>chat</i> .	afirmar se houve internalização de conceitos.
10	Boa. Definiram estratégia de troca. Trocaram a figura cinco vezes. As equações ficaram no Laboratório 1.	Razoável. B20 colaborou com B21 apenas na transformação de unidades de tempo.	Pouca. O professor deveria ter mediado esse grupo mais atentamente, solicitando que os estudantes postassem as resoluções no <i>chat</i> .	Boa. B20, em dois diálogos internos ³² , repensou os valores do comprimento de onda, da amplitude e da questão “e”. B19 aprendeu a conversão de segundos para minutos.

Os dados do Quadro 7 mostram que todos os grupos obtiveram êxito na resolução do problema da “onda periódica”. Esses resultados são coerentes com o desempenho desses estudantes no teste prévio, pois considerando os 18 estudantes que responderam esse teste, cerca de 81% das respostas foram respondidas corretamente. Portanto, de acordo com os pressupostos de Vygotsky (2007), esses dados sugerem dois possíveis motivos para justificar o bom desempenho dessa turma na resolução do problema: 1) a maioria dos conceitos necessários ao desenvolvimento do problema proposto já faziam parte do conhecimento dos estudantes; 2) a quantidade e qualidade das interações entre os sujeitos e entre estes e o professor, especialmente para aqueles que não tiveram muito sucesso no teste prévio.

Um fator histórico-cultural que acreditamos também ter favorecido o experimento com o LAFIS nessa turma foi o comportamento disciplinar dos estudantes de procurarem atender à solicitação do professor de permanecerem sentados e interagirem preferencialmente pelo ambiente, fato que proporcionou condição favorável de silêncio e concentração na classe. Essa postura por parte dos participantes auxiliou o professor a acompanhar mais atentamente todas as interações pelo ambiente, repercutindo, assim, em maior quantidade e qualidade das mediações, ainda que em vários casos estas poderiam ser melhor conduzidas no sentido de levar os estudantes a explicitarem seus raciocínios nas resoluções e, portanto, proporcionar mediações mais incisivas.

³² Diálogo interno é quando o interlocutor “fala” com ele mesmo. Trata-se de um processo de reflexão verbalizado.

6.1.2.2. Problema do “Apito” no IFMS

O problema do “apito”, mostrado no Quadro 8, foi escolhido em razão de promover um **nível de interdependência intermediário** entre os estudantes, já que cada um deles, em seu laboratório, possui um elemento essencial à resolução do problema. Além disso, esse problema requer do estudante uma série de conceitos científicos e habilidades:

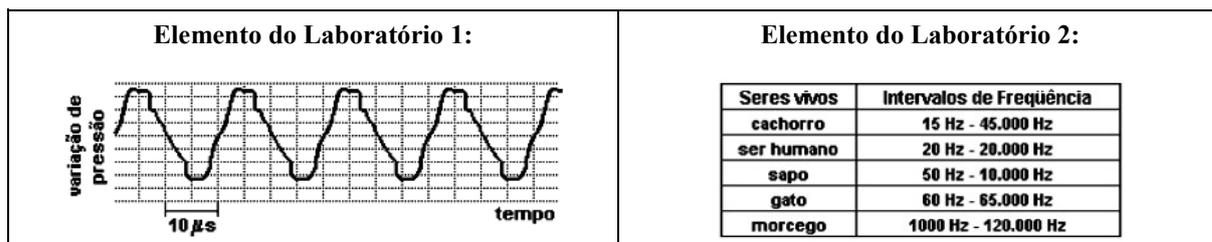
- 1) A compreensão, a partir do enunciado e da análise da tabela, de que se deve calcular a frequência da onda para resolver o problema;
- 2) A compreensão de que é necessário saber o período da onda para se calcular a frequência dela;
- 3) A concepção científica de que as ondas sonoras são longitudinais, logo, vibram na mesma direção em que se propagam;
- 4) A concepção científica de que as ondas sonoras são mecânicas e produzidas por compressões e rarefações do ar;
- 5) Considerando os itens 3 e 4, anteriormente mencionados, a interpretação de que é possível obter o período da onda sonora pelo gráfico temporal da variação de pressão exercida por essa onda em um medidor;
- 6) A capacidade de identificar o período no gráfico, o que evoca a ideia de ciclo e/ou comprimento de onda;
- 7) A habilidade de calcular a frequência da onda a partir do período, considerando-se as ordens de grandeza de tempo envolvidas;
- 8) A capacidade de reanálise da tabela a partir da frequência calculada.

Quadro 8 - Problema do “apito” apresentado aos estudantes do IFMS na segunda fase de aplicação do LAFIS.

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura mostrada no laboratório 1. Esse gráfico mostrado no laboratório 1 representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu\text{s} = 10^{-6}\text{s}$). Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis por diferentes seres vivos (disponível no Laboratório 2), conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por:

- a) seres humanos e cachorros
- b) seres humanos e sapos
- c) sapos, gatos e morcegos
- d) gatos e morcegos
- e) morcegos

Dado: $f = \frac{1}{T}$



Analisaremos, agora, as interações dos estudantes do IFMS durante a resolução do problema do “apito”.

Grupo GC1 – Estudantes B1 E B2

Como já mencionado anteriormente, analisando as respostas dos estudantes em relação ao teste prévio, os resultados pareciam indicar que os conceitos e habilidades fundamentais para a resolução desse problema já faziam parte do conhecimento desses sujeitos, que conseguiram identificar graficamente os valores do comprimento de onda e da amplitude da onda, bem como utilizar as equações para obtenção da frequência e do período da onda.

Inicialmente, os estudantes abrem os laboratórios e se cumprimentam. Em seguida, o professor orienta os estudantes a fazerem perguntas ao professor, caso tenham dúvida. Enfatiza, também, que o gráfico e a tabela podem ser transportados de um laboratório para o outro, quantas vezes forem necessárias. Imediatamente, os estudantes trocam entre si a figura e a tabela disponíveis nos laboratórios. Após analisar o enunciado, a figura e a tabela, os estudantes concluem que deverão calcular a frequência do som para resolver o problema. Tal percepção revela que haviam compreendido a proposição da situação problema inicial:

[LAB 1 - B2] vamos ter q achar a frequencia!

[LAB 2 - B1] sim sim

Em seguida, B2 faz uma pergunta autêntica ao colega, demonstrando não ter compreendido o fenômeno físico em questão e, conseqüentemente, que a figura do problema revela o período da onda sonora:

[LAB 1 - B2] vc entendeu isso: a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu s = 10^{-6}s$)

O conceito científico de período, portanto, ainda estava em processo de internalização por B2, logo, era necessário mediar as interações de modo a promover a aprendizagem desse estudante.

B1, por sua vez, também por meio de uma pergunta autêntica, questiona se o símbolo T da equação apresentada nos dois laboratórios representa o tempo:

[LAB 2 - B1] esse T ai é de tempo???
[LAB 1 - B2] é
[LAB 1 - B2] ã
[LAB 2 - B1] manda a tabeloa ai
[LAB 1 - B2] é perio do da onda o T
[LAB 1 - B2] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2

B2 responde, inicialmente, ao colega que o “T” significa tempo, mas depois nega essa afirmação ao enviar o termo “ã”, justificando que o “T” representa o período, mas não responde à primeira questão de B2.

É interessante notar que enquanto B2 respondia à questão do colega, B1 solicitou novamente a tabela que havia enviado anteriormente. Essa ação reforça a nossa tese de que colocar elementos, inicialmente, em apenas um dos laboratórios favorece a interação entre os estudantes.

Pela análise das interações posteriores dos estudantes, observamos que B2, ao responder a questão a respeito do período da onda, refletiu sobre o gráfico, chegando à conclusão de que o período da onda estava implícito no gráfico:

[LAB 1 - B2] entendi
[LAB 1 - B2] o 10μ é metade do periodo
[LAB 1 - B2] na figura
[LAB 1 - B2] entao o periodo completo é 20μ

B1 também chega a essa conclusão, reforçando uma explicação dada verbalmente pelo professor durante a realização do experimento com o LAFIS, de que, para obter o período em segundos, pode ser feita uma regra de três simples:

[LAB 2 - B1] sim sim
[LAB 2 - B1] ai é so faze a regra d 3
[LAB 2 - B1] q vai dar 2-8
[LAB 2 - B1] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
[LAB 2 - B1] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1

Em seguida, os estudantes postaram a resposta obtida. Pelo comentário de B1, que concorda com o valor obtido por B2, podemos deduzir que esse estudante também fez a substituição dos valores na equação e assim obteve o mesmo resultado:

[LAB 1 - B2] acho q é
[LAB 1 - B2] deu 50 000 Hz?
[PROFESSOR] Isso, o periodo é 20μ s.
[LAB 2 - B1] manda a tabeloa ai
[LAB 1 - B2] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
[LAB 2 - B1] sim
[LAB 2 - B1] 50000Hz

Ao solicitar novamente a tabela para o colega, fica evidente a atenção de B1 com o enunciado do problema, uma vez que o valor da frequência emitido pelo apito não é a resposta solicitada, mas sim quais seres vivos poderiam ouvir tal onda sonora.

Durante o experimento, buscamos certificar-nos de que os estudantes estariam conscientes da resposta que obtiveram para a frequência da onda:

[PROFESSOR] B2, que conta você fez para chegar nesse valor?

[LAB 1 - B2] $f=1/20.10^{-6}$

[LAB 2 - B1] a resposta é a letra (d)

[LAB 2 - B1] porque o gato o intervalo de frequência dele é de 60 -65.000

[LAB 1 - B2] é

[LAB 2 - B1] e do morcego é de 1000 -120.000

[LAB 2 - B1] a conta é $f=1/T$ onde T vale 20.10⁻⁶

[LAB 1 - B2] é sim!

Embora tenham chegado à resposta pela correta obtenção dos dados, consideração da ordem de grandeza do período e uso adequado da equação fornecida, os estudantes não tinham certeza se o resultado obtido era o esperado no problema, como evidencia a pergunta autêntica de B1 na fala abaixo:

[LAB 2 - B1] tá certo professor???

[PROFESSOR] Vocês acharam que a resposta faz sentido?

[LAB 1 - B2] eu acho q sim!

[PROFESSOR] Por quê?

Procuramos, então, verificar se os estudantes conseguiriam, sozinhos, certificar-se de que a resposta obtida seria a correta; mas, devido ao término do tempo de aula, não foi possível prosseguir nessa mediação. Ao devolver a pergunta do estudante com outra pergunta, a ideia do professor pesquisador era estabelecer um diálogo *iterativo de autoridade*, em um padrão discursivo em cadeia do tipo I-R-P-R-F, em que P significa a autorização do professor para o **prosseguimento** da fala do estudante. Segundo Mortimer (2002), nesse tipo de abordagem comunicativa o professor conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.

De modo geral, as interações discursivas obtidas pelo *chat* do LAFIS nos permitem concluir que, nesse problema, os seguintes processos de internalização foram promovidos nos estudantes:

- **Para B1:** a compreensão de que tempo e período são conceitos diferentes, embora relacionados, de modo que o período é o tempo necessário para a onda efetuar um ciclo.

- **Para B2:** a identificação do período de uma onda sonora em um gráfico da variação de pressão da onda em função do tempo.

Uma vez que o problema do “apito” foi proposto apenas para os estudantes do IFMS, as análises foram realizadas somente por meio das interações registradas no LAFIS e dos testes prévios.

Grupo GC2 – Estudantes B18 e B4

Ao realizar a análise dos testes prévios dos estudantes B18 (Laboratório 1) e B4 (Laboratório 2), verificamos que estes também já sabiam identificar o comprimento de onda em uma onda periódica e utilizar corretamente as equações da velocidade de propagação de uma onda em função da frequência e do período, logo, os conceitos fundamentais para a resolução do problema pareciam já fazer parte dos conhecimentos prévios deles.

Apresentamos abaixo as primeiras interações virtuais desse grupo:

[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 1
 [30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 2
 [LAB 2 - B4 - 13:11] ooii
 [LAB 1 - B1 - 13:11] oi '-'
 [LAB 1 - B18] tu ta com alguma coisa ae?
 [LAB 2 - B4] uhum, a tabela
 [LAB 2 - B4] vou te mandar
 [LAB 1 - B18] tbm to com uma, vou te mandar, depois tu me manda pra eu ver '-'
 [LAB 1 - B18] Envia **Figura - Padrão Apito** ao LAB 2
 [PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!
 [PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!
 [LAB 2 - B4] Envia **Tabela Som Apito** ao LAB 1
 [LAB 1 - B18] tu conseguiu entender?
 [LAB 2 - B4] ã mt e tuis?
 [LAB 1 - B18] nao rs
 [LAB 2 - B4] vixi... ㄟㄟ'
 [LAB 1 - B18] oxe '- ' kkkkk
 [LAB 2 - B4] auhsausauhsauhs
 [LAB 1 - B18] professor? '-'

Após se cumprimentarem, por meio de um discurso *interativo dialógico*, os estudantes procuraram identificar quais informações cada um tinha em seu laboratório e definiram uma estratégia de troca desses elementos. Depois de trocarem a figura e a tabela entre os laboratórios, eles permaneceram interagindo dialogicamente por meio de perguntas autênticas: “tu conseguiu entender?”, “ã mt e tuis?”. Uma vez que ambos estavam com dificuldades para compreender o problema, B18 solicitou auxílio do professor, perguntando-lhe se este estava acompanhando as interações. Seguem abaixo as interações entre o professor e os estudantes:

[PROFESSOR] Vejam:
 [PROFESSOR] vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido.
 [PROFESSOR] Para tanto o que será necessário calcular?
 [LAB 2 - B4] humm...B18 vc ta com a tabela ai, e calcular a frequência?
 [PROFESSOR] Isso mesmo, a frequência!
 [PROFESSOR] Mas o que é necessário para calcular a frequência?
 [LAB 2 - B4] O período, com o segundo gráfico né?
 [LAB 1 - B18] acho q sim... o período está no gráfico q tu está...

Com a intenção de auxiliar os estudantes a compreenderem o objetivo do problema, mas levando em consideração os conhecimentos prévios que já possuíam, uma vez que o professor

Vygotskyano deve procurar atuar na Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes, o professor pesquisador os conduziu por meio de uma sequência de perguntas instrutivas e das respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico que solucionaria o problema. Por esse motivo, foi utilizada uma abordagem comunicativa *interativa de autoridade*, que seguiu um padrão I-R-F-R-F, sendo que o último *feedback* foi dado pelo colega B18.

A primeira resposta de B4 sugere que a estudante havia compreendido o objetivo do problema e um dos procedimentos necessários para resolvê-lo: “*hummm...B18 vc ta com a tabela ai, e calcular a frequência?*”. Possivelmente B4 pediu a tabela ao colega em decorrência da seguinte interação do professor: “*vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido*”. Uma análise minuciosa dessa interação, levando em consideração seus aspectos subjetivos, pode levar à conclusão que a estudante deduziu que, após obter a frequência do apito, seria necessário olhar na tabela para identificar “*por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido*”.

Em seguida, o professor faz uma segunda pergunta: “*Mas o que é necessário para calcular a frequência?*”. A resposta de B4 (“*O período, com o segundo gráfico né?*”) e o *feedback* de B18 (“*acho q sim... o período está no gráfico q tu está...*”) dão indícios de que os dois estudantes haviam compreendido tanto que seria necessário primeiramente calcular o período, bem como que essa grandeza seria obtida por meio do gráfico.

A análise do discurso desses sujeitos sugere que eles teriam passado por transições no nível da microgênese, uma vez que conceitos inicialmente do plano intersíquico passaram para o plano intrapsíquico a partir das negociações de significados promovidas entre o professor e os estudantes. Pelas respostas dadas por B4, percebemos que as mediações do professor foram fundamentais para a compreensão do problema, uma vez que levou a estudante a refletir e chegar à conclusão de que seria necessário calcular a frequência do som emitido pelo apito. Portanto, a análise do movimento da ação desses sujeitos nos leva à interpretação de que o professor conseguiu sugerir algumas pistas para desenvolverem a resolução do problema colaborativamente, e contribuiu para promover a aprendizagem dos estudantes por meio de uma ação conjunta atuando na Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes.

Percebendo a evolução da compreensão dos sujeitos, o professor permitiu que estes prosseguissem com a interação:

[LAB 1 - B18] no caso, acho q é de 20 μ s, pq esse é o tempo q a onda demora pra dar um ciclo

[LAB 2 - B4] aham, quer q eu te mande? :)

[LAB 1 - B18] precisa nao :P

[LAB 2 - B4] e como tem tanta certeza?

[LAB 2 - B4] kkkkkk

[LAB 1 - B18] 1 μ s = 10⁻⁶ entao 20 μ s = 20·8⁻⁸ '-'

[LAB 1 - B18] pq eu ja vi o grafico e.e
[LAB 2 - B4] Opa, verdade! kkkkk Ta ligado ;)
[LAB 1 - B18] kkkk se nao for me corrige :v
[LAB 2 - B4] No, concordo contigo :3
[LAB 1 - B18] $20 \cdot 8 = 0,00000002$
[LAB 1 - B18] ai joga na formula q ele passou
[LAB 1 - B18] $f = 1/t$
[LAB 1 - B18] pera
[LAB 1 - B18] deu um numero muito grande, 50 000 000 '-'
[LAB 2 - B4] Eita, deve ser isso mesmo !! ^^

Pelas interações dos estudantes, notamos que, de forma clara, o conceito de período claramente já fazia parte do conhecimento de B18, que apela ao gênero de discurso científico na interação “acho q é de $20 \mu\text{s}$, pq esse é o tempo q a onda demora pra dar um ciclo”. Ele também demonstrou conhecimento de que $1 \mu\text{s}$ corresponde a 10^{-6}s . No entanto, o procedimento de conversão entre essas ordens de grandeza ainda necessitava ser internalizado pelos estudantes, que por falta de domínio dos cálculos com notação científica, chegaram a um valor equivocado para o período (e consequentemente para a frequência). Nesse sentido, reconhecemos que faltou uma mediação do professor que auxiliasse os estudantes nesse procedimento. No entanto, em consulta aos horários das interações, registrados no Banco de Dados do LAFIS, verificamos que esse auxílio não foi concedido pelo fato de o professor estar, naquele momento, mediando outro grupo.

De fato, os estudantes ficaram surpresos com o “número muito elevado” que encontraram para a frequência, no entanto não procuraram verificar se esse valor estava correto. A expressão de “estranheza” por parte de B4, ao afirmar “Eita, deve ser isso mesmo !! ^^”, sugere que ela não desenvolveu a resolução, mas apenas acompanhou os cálculos feitos pelo colega. No entanto, trata-se apenas de uma hipótese, já que não tivemos acesso ao caderno de resolução da estudante. Após essa fala de B4, os estudantes não mais interagiram, portanto, não responderam à pergunta proposta no problema, ou seja, possivelmente não leram novamente o problema após efetuarem os cálculos. Além disso, o tempo esgotou-se logo em seguida.

As interações desse grupo mostram que poderíamos ter explorado mais os processos de aprendizagem se tivéssemos planejado o experimento com tempo suficiente para realizá-lo, principalmente no sentido dos estudantes verificarem se as suas respostas estariam corretas. Mesmo assim, identificamos que o principal avanço na aprendizagem desse par foi a compreensão do problema e dos passos necessários para resolvê-lo (identificação do período e cálculo da frequência da onda).

Os estudantes desse grupo apresentaram uma boa relação de interdependência, pois estabeleceram uma estratégia bem definida de troca da figura e da tabela entre os laboratórios.

Apresentaram, também, uma boa interação colaborativa entre eles e com o professor, o que repercutiu na aprendizagem de importantes conceitos científicos para a resolução do problema. Esses resultados mostram o grande potencial do LAFIS para promover a aprendizagem colaborativa, que é favorecida quando ambos os estudantes necessitam de auxílio para a resolução de um problema (Zona de Desenvolvimento Próximo) e quando as mediações do professor são bem direcionadas nesse sentido.

Grupo GC3 – Estudantes B7 e B20

A análise do teste prévio, preenchido por esses estudantes antes de utilizarem o LAFIS, revela que ambos já sabiam identificar o comprimento de onda e a amplitude no gráfico de uma onda periódica transversal. Sabiam também converter a unidade de grandeza de centímetros para metros, bem como efetuar cálculos por meio da manipulação da equação que relaciona o período com a frequência e as equações da velocidade de propagação de uma onda. Entretanto, tanto B20 como B7 não sabiam a unidade de medida do período.

Nesse grupo, o estudante B7 inicia sua participação na resolução do problema enviando, ao colega, a tabela contida no laboratório 2. Após receber a tabela de volta, B7 solicita o gráfico, inicialmente disponível apenas para B20:

[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 2
[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 1
[LAB 2 - B7] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
[PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!
[PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!
[LAB 1 - B20] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
[LAB 2 - B7] Poderia me enviar o gráfico :)
[LAB 1 - B20] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2

Consciente de que precisaria do período para resolver o problema, B7 pergunta a B20 se o valor dessa grandeza será “20”, enviando novamente a figura para que B20 fizesse a devida verificação.

[LAB 2 - B7] Olha ae se o t vai ser 20
[LAB 2 - B7] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1
[LAB 2 - B7] confere tmb se 10^{-6} é 0,000001
[LAB 1 - B20] cm q vc fez?
[LAB 1 - B20] me manda a outra tabela
[LAB 2 - B7] ae a frequencia fica 50 000, audível para o gato e morcego
[LAB 2 - B7] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
[LAB 1 - B20] ainda não consegui entender o exercício :/

B7 perguntou, também, se 10^{-6} equivale a 0,000001. Devido a essa iniciativa de B7, à sua precisão com as informações e ao fato de esse estudante chegar à resposta correta sem a

mediação de B20 ou do professor, podemos afirmar que os conceitos e habilidades necessários para a resolução do problema já faziam parte de seu conhecimento.

B20, por sua vez, não compreendeu o exercício e nem o procedimento que B7 utilizou para medir o período. Por meio de uma *pergunta autêntica*, chegou a perguntar sobre qual o procedimento utilizado por seu par para efetuar os cálculos, contudo, não obteve a resposta de B7. Diante de tais dificuldades, o professor procurou estabelecer uma comunicação *interativa de autoridade* com B20, a fim de auxiliar essa estudante a compreender o problema e a resolução do mesmo, já que esse processo não foi realizado pelo seu par B7:

[PROFESSOR] B20, vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido.

[PROFESSOR] Para tanto o que será necessário calcular?

[LAB 2 - B7] A frequência, que no caso no que eu fiz deu 50 000

Ao contrário do que esperávamos, B7 não aguardou a resposta de B20 para a pergunta do professor, que tinha a intenção de seguir um padrão de interação I-R-F para favorecer o entendimento da estudante. Essa atitude e, também, as outras interações de B7 evidenciam que esse estudante estava mais preocupado em responder ao problema e às perguntas do professor do que em auxiliar a colega B20, que até aquele momento não havia compreendido o exercício.

O objetivo dessa pergunta era justamente que B20 refletisse sobre o problema para assim compreendê-lo. Diante dessas situações, o professor solicitou os procedimentos efetuados para o cálculo da frequência:

[PROFESSOR] Que conta fizeram para dar 50.000Hz?

[LAB 2 - B7] $20 \cdot 10^{-6} = 0,00002$

[LAB 2 - B7] $f = 1/0,00002 = 50\ 000$

[LAB 2 - B7] B20, vc chegou em outro resultado?

[PROFESSOR] Vocês acham que a resposta tem sentido físico?

[LAB 2 - B7] sim, eu acho

[LAB 2 - B7] pela frequência sim

[LAB 1 - B20] acompanhei o resultado dele, o jeito que ele fez

A estudante B20 comentou que acompanhou a forma como B7 resolveu o problema, porém isso não garante que ela tenha desenvolvido as habilidades necessárias para solucioná-lo. Assim, esses resultados revelam a necessidade de tal instrumento, no sentido de nos dar mais recursos para verificar se a internalização dos conceitos foi efetiva por parte dos estudantes.

Os resultados obtidos nesse grupo mostram que, entre esses estudantes, não houve, de fato, interação e aprendizagem colaborativas, uma vez que todos os conceitos necessários à resolução já eram do conhecimento de B7. Embora ele tenha conduzido a resolução sozinho, B7 perguntou se B20 havia encontrado outro resultado, talvez até para argumentar com a estudante. Esta, porém, como apresentou muita dificuldade na resolução, não respondeu à pergunta, possivelmente por não ter desenvolvido a resolução do problema.

Novamente neste caso, faltou uma interação de autoridade do professor no sentido de mediar as interações e envolver melhor a estudante B20.

Grupo GC4 – Estudantes B3 e B9

Como o estudante B3 faltou no dia de aplicação do teste prévio, não sabemos que conceitos já seriam conhecidos desse estudante, anteriormente aos experimentos com o LAFIS. Já o teste prévio preenchido por B9 revela que esse estudante sabia identificar o comprimento de onda em uma onda periódica e utilizar corretamente as equações da velocidade de propagação de uma onda em função da frequência e do período, embora tenha se equivocado em uma conversão de ordens de grandeza, de centímetros para metros.

Nesse grupo, os estudantes, inicialmente, cumprimentam-se e passam a trocar entre si a figura e a tabela do problema após lerem a mensagem postada pelo professor:

[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 1
[LAB 1 - B3] oi
[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 2
[LAB 2 - B9] e ai bibi
[LAB 1 - B3] kkkkk
[PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!
[PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!
[30/01/14 - 13:14] Abre Laboratório 1
[LAB 2 - B9] o mane e eu e vc
[LAB 2 - B9] vc tem a imagem ai
[LAB 2 - B9] quer ver a tabela?
[LAB 2 - B9] o le saporra
[LAB 1 - B3] sim
[LAB 1 - B3] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2
[LAB 2 - B9] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
[LAB 1 - B3] volta
[LAB 1 - B3] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
[LAB 1 - B3] manda de volta o grafico
[LAB 2 - B9] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1

O estudante B9 começa por perguntar se o colega tem a imagem em seu laboratório e se quer ver a tabela. Trocam a figura e a tabela duas vezes entre os seus laboratórios. Essa interação inicial foi importante para que eles estabelecessem uma estratégia de troca dos elementos de seus laboratórios. Na sequência, B9 posta uma dúvida ao professor:

[LAB 2 - B9] o professor nao estou entendendo essa tabela
[LAB 2 - B9] quer dizer que o cachorro escuta de 15hz a 45,000hz entao seria um intervalo de 15-45000
[PROFESSOR] A tabela mostra em quais intervalos de frequência esses seres vivos podem escutar.
[PROFESSOR] Como você disse, o cachorro escuta de 15Hz a 45.000Hz
[LAB 1 - B3] manda a tabela
[LAB 1 - B3] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2
[LAB 2 - B9] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1

[LAB 2 - B9] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1

Buscando compreender a tabela que mostra os intervalos de frequência audíveis por diferentes seres vivos, o estudante B9 faz uma pergunta *autêntica* ao professor, que apenas confirma o ponto de vista do estudante por meio de um discurso *não-interativo de autoridade*. Em seguida, B3 solicita a tabela, enviando novamente a figura ao laboratório 2. O estudante B9, por sua vez, devolve a figura e a tabela ao colega, e B3 posta uma proposta de resolução para o problema, em um discurso *não-interativo de autoridade*, já que o estudante não pede a opinião do colega e parece convicto da resposta obtida:

[LAB 1 - B3] letra e
[LAB 1 - B3] pq a frequencia do aito é 100000 hz
[LAB 1 - B3] e o morcego escuta de 1000 a 120000 hz
*[LAB 1 - B3] apito**

B3 sugere que a frequência seria de 100.000Hz. Essa resposta demonstra que o estudante sabia que seria necessário calcular a frequência, bem como comparar o valor encontrado com os dados da tabela fornecida para resolver esse problema. Possivelmente, para chegar a esse valor, B3 utilizou um valor de 10 μ s para o período, que equivale justamente ao tempo necessário para a onda efetuar meio ciclo. Portanto, essas interações mostram que B3 precisava da mediação de alguém mais experiente para que seu conceito cotidiano de período avançasse em direção ao conceito científico correlato. Vejamos, abaixo, as interações postadas na sequência pelo seu par:

[LAB 2 - B9] sim manda a tabela p eu ver os animais ai
[LAB 1 - B3] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
[LAB 1 - B3] olha ai
[LAB 2 - B9] quais escutam nessa faixa
[LAB 1 - B3] to te flndo q é só o morcego
[LAB 2 - B9] so morcegos entao
[LAB 1 - B3] já
[LAB 1 - B3] falei besta kkkkk
[LAB 2 - B9] kkkk

O estudante B9 pede a B3 que reenvie a tabela, possivelmente para verificar que animal escutaria essa frequência de 100.000 Hz. Nesse sentido, acreditamos que o fato de a tabela ficar disponível para apenas um estudante de cada vez tenha contribuído para a manutenção das interações nesse grupo ao longo de todo o problema, o que caracterizou a boa relação de interdependência entre eles.

Em seguida, o estudante B3 procurou interagir verbalmente com o professor pesquisador, no sentido de saber se a resposta obtida estava correta. Após reconhecer que errou na resolução do exercício ele voltou a interagir com seu colega B9 pelo *chat*:

[LAB 1 - B3] epa erreii
[LAB 1 - B3] manda a tabela de volta
[LAB 2 - B9] pera

[LAB 2 - B9] manda ai essa q ta ai p eu ver

[LAB 2 - B9] rapido

[PROFESSOR] Pessoal, já identificaram o que será preciso calcular para responder o problema?

[LAB 1 - B3] sim

[LAB 2 - B9] sim a frequencia do apito nesse tempo

[PROFESSOR] Muito bem! E o que será necessário para calcular essa frequência?

[LAB 2 - B9] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1

[LAB 2 - B9] encontrar o valor desse microsegundo acho q e micro nao lembro

[LAB 1 - B3] o T

[LAB 2 - B9] manda essa do tempo do apito

[PROFESSOR] Se fala microsegundo mesmo! Esse valor corresponde a que grandeza fisica da onda B9?

[LAB 2 - B9] acho que ao comprimento de onda OU O TEMPO

[PROFESSOR] Veja a unidade de medida daí saberá responder se é o comprimento de onda ou o período.

[LAB 2 - B9] E O PERIODO PQ TA EM SEGUMDOS NO SI

Ao perceber a dificuldade dos estudantes, o professor iniciou uma sequência de perguntas e respostas, tal como fez no grupo 2, seguindo o mesmo padrão discursivo em cadeia do tipo I-R-F-R-F-R-F-R, também em uma abordagem comunicativa *interativa de autoridade*, com o objetivo de levar os estudantes compreenderem o algoritmo de resolução do problema e que chegassem a um ponto de vista específico para iniciar os cálculos: como obter o período da onda pelo gráfico, uma das maiores dificuldades dos estudantes que resolveram esse problema. Um conceito cotidiano comum entre os estudantes foi também apresentado por B9, que inicialmente tinha a concepção de que pelo gráfico poderia ser obtido o “comprimento de onda”. A partir da “pista” dada pelo professor, isto é, que o estudante observasse a unidade de medida da grandeza representada no eixo horizontal do gráfico, B9 finalmente concluiu que deveria ser calculado o período.

O discurso de B9, que inicialmente usa o termo “tempo” em referência ao gráfico, mudou após as mediações do professor, e o estudante passou a utilizar o signo “período”. Essa negociação de significados entre o professor e o estudante sugere um processo de internalização por parte de B9, uma transição de nível microgenético identificada pela mudança no discurso do estudante.

Como demonstrado nas interações anteriores, o professor perguntou o que seria necessário para calcular a frequência, ao que B3 respondeu, corretamente, que seria o período. Mas, como mostram as interações seguintes, B3 ainda precisava de orientações para identificar essa grandeza no gráfico:

[LAB 1 - B3] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2

[LAB 1 - B3] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2

[LAB 1 - B3] professor esses 10 ai é o micro segundo ou a distancia?

[PROFESSOR] Veja pelo gráfico qual é a unidade de medida...

[PROFESSOR] O que acha?

[LAB 2 - B9] ESSE DEZ E MICRO SEGUNDOS B3

[LAB 1 - B3] nao to conseguindo ver se é o simbolo de micro ou delta

[LAB 1 - B3] entao o periodo é 20 micro segundos

Como pode ser notado nas interações anteriores, o estudante B3 também ficou em dúvida se o eixo horizontal do gráfico representaria uma distância, já que se parece com a representação típica de uma onda periódica. Ele então solicitou auxílio ao professor por meio de uma *pergunta autêntica*: “*professor esses 10 ai é o micro segundo ou a distancia?*”. O professor respondeu com uma *pergunta instrutiva* e com a mesma ‘dica’ dada ao colega B9, isto é, que B3 observasse a unidade de medida. B9 então interage colaborativamente com o colega: “*ESSE DEZ E MICRO SEGUNDOS B3*”. A partir dessa abordagem comunicativa *interativa de autoridade*, que seguiu o padrão discursivo I-RF-R-F³³ invertido, B3 reflete sobre o gráfico e chega à conclusão de que o período seria 20 microssegundos. Essa reestruturação do discurso de B3, que aconteceu no movimento das negociações interpessoais de significados, sugere uma transição microgenética e a consequente internalização de conceitos pelo sujeito.

Os trechos abaixo mostram as interações finais do grupo na resolução desse problema:

[LAB 2 - B9] SIM

[LAB 2 - B9] ACHO

[LAB 1 - B3] mas entao ta certo

[LAB 1 - B3] é só o morcego

[LAB 1 - B3] letra e

[PROFESSOR] Porque só o morcego?

[LAB 2 - B9] MAS COMO FAZ A CONTA

[LAB 2 - B9] B3

[LAB 1 - B3] $f = 1/T$

[LAB 2 - B9] 20MICRO SEGUNDOS E IGUAL A QUANTOS SEGUNDOS

[LAB 1 - B3] faz regra de 3 pra achar o T em segundos

[LAB 1 - B3] 10^{-6}

[PROFESSOR] Boa pergunta!

[PROFESSOR] Boa resposta!

[LAB 2 - B9] DA 50,000 A FREQUENCIA B3

Podemos notar que o estudante B9 também concordou com o valor de $20\mu\text{s}$ para o período. Mesmo de posse do valor correto para o período, B3 novamente se equivocou no cálculo da frequência. O professor até questionou o estudante por meio de uma pergunta instrutiva (“*Porque só o morcego?*”), mas ele não respondeu. B9 também interagiu com B3, por meio de uma pergunta autêntica (“*MAS COMO FAZ A CONTA*”), porém B3 apenas respondeu que utilizou a equação da frequência. Em outra pergunta autêntica B9 explica mais especificamente o que queria saber: (“*20MICRO SEGUNDOS E IGUAL A QUANTOS*

³³ Optamos por não separar o “R” do “F” com hífen por se tratarem de duas interações promovidas sequencialmente pelo mesmo sujeito, o professor. O padrão discursivo é invertido porque a iniciação se deu pelo estudante.

SEGUNDOS”). B3 explica que é necessário fazer uma regra de três, porém não dá detalhes relativos a esse procedimento.

Os estudantes apresentaram um padrão de interação interessante para a aprendizagem colaborativa, do tipo I-R-F-R invertido. O professor elogiou a pergunta de B9 e a resposta de B3. No entanto, reconhecemos que mais mediações do professor seriam necessárias para solicitar a B3 mais detalhes de sua resolução. Seria importante, também, solicitar a B9 que aplicasse a regra de três sugerida, e postasse o valor do período em segundos, para nos certificarmos de que os procedimentos propostos teriam sido suficientes para a aprendizagem de B9. Por fim, B9 registra a resposta correta para a frequência (50.000Hz), alertando o colega para o equívoco cometido. Infelizmente não tivemos acesso à resolução dos estudantes para analisar o procedimento realizado por eles. Em decorrência do esgotamento do tempo, não foi possível solicitar aos estudantes uma verificação da resposta obtida. Estes, inclusive, não postaram qual seria a alternativa correta, no caso a letra d, pois de acordo com a tabela apresentada no problema a frequência de 50.000Hz é audível tanto para os gatos quanto para os morcegos.

Embora a falta de tempo para o prosseguimento da resolução do problema limitou o desenvolvimento da solução deste, as interações desse grupo evidenciaram indícios de aprendizagem colaborativa nos dois estudantes por meio das mediações entre eles e com o professor pesquisador. A falta de acesso às resoluções realizadas pelos estudantes, no caderno, limitou, em partes, a nossa análise. Mesmo assim, a relação de interdependência estabelecida entre os estudantes potencializou as interações colaborativas entre estes, que aliadas às interações do professor, foram determinantes para a internalização de conceitos. Esses resultados evidenciam o potencial inovador do LAFIS para o ensino e aprendizagem de conceitos físicos.

Síntese das análises do problema do “apito” no IFMS

O Quadro 9 sintetiza os resultados obtidos no problema do “apito” com os estudantes do IFMS:

Quadro 9 - Resultados da resolução do problema do “apito” para os quatro grupos analisados no IFMS.

Grupo	Relação de interdependência	Interação colaborativa entre os colegas pelo chat	Interação colaborativa com o professor pelo chat	Aprendizagem dos estudantes
1	Boa. Interagiram ao longo de todo o problema, trocando a figura e a tabela de laboratório.	Boa. Interagiram em toda a resolução do problema, auxiliando-se mutuamente.	Parcial. Fizeram apenas uma pergunta ao professor (se a resolução estava correta).	Boa. B1 ampliou sua concepção científica de período para ondas sonoras e B2 aprendeu que “T” representa o período da onda.
2	Boa. Interagiram para saberem o que cada um tinha em seu laboratório e trocaram a figura e a tabela entre seus laboratórios.	Boa. A interação colaborativa inicial foi determinante para estabelecerem a estratégia de resolução do problema. No entanto, por falta de tempo e mais mediações do professor, faltou maior interação na conclusão da resolução.	Boa. Os estudantes solicitaram auxílio e a mediação <i>interativa de autoridade</i> do professor foi determinante para a resolução do problema. O padrão de interação estabelecido, I-R-F-R-F, mostrou-se eficiente.	Boa. A análise do discurso dos estudantes sugere que eles internalizaram que o som ouvido por um animal depende da frequência da onda, bem como que a frequência pode ser calculada a partir do período.
3	Boa. Trocaram a figura e a tabela no início da resolução, bem como quando solicitado pelo colega.	Não houve. B7 não respeitou o ritmo da colega B20 e conduziu a resolução sozinho.	Não houve. O professor procurou mediar a estudante que estava com dificuldades, mas a mesma não respondeu.	Não detectada. O estudante B7 já sabia todos os conceitos necessários à resolução e B20 não postou interações que sugerem internalização de conceitos.
4	Boa. Estabeleceram estratégia de troca dos elementos e trocaram a tabela e a figura diversas vezes durante a resolução.	Boa. Interagiram em toda a resolução do problema, auxiliando-se mutuamente.	Boa. Fizeram diversas perguntas ao professor e responderam corretamente a maioria das questões propostas por este.	Boa. Compreensão da tabela por B9. Crescimento do conceito científico de período pelos estudantes.

Embora os grupos 2, 3 e 4 não tenham respondido completamente o problema proposto, encontramos indícios de aprendizagem nos grupos 1, 2 e 4. Todos os grupos identificaram que deveria ser calculada a frequência da onda sonora e trabalharam no sentido de obter essa grandeza.

A interação entre os pares foi insuficiente em apenas no grupo 3, ainda assim porque um dos estudantes estava mais focado em responder ao problema do que em explicar à colega como chegou à resposta.

Acreditamos que as análises realizadas neste capítulo fornecem argumentos e elementos para defender a nossa tese de que *o AVEA colaborativo que desenvolvemos pode alavancar processos de aprendizagem nos estudantes, e que podem ser potencializados quando há uma*

relação de interdependência na interação entre os estudantes para a resolução de determinados problemas cadastrados nesse ambiente.

Sugerimos e desejamos que o uso do LAFIS possa ser avaliado em outros contextos e disciplinas. Assim, com base nos resultados obtidos em nossa pesquisa, com um aprofundamento da análise de boa parte desses resultados, apresentamos a seguir, no capítulo Considerações Finais, uma síntese da pesquisa realizada, destacando os preceitos teóricos-metodológicos adotados, os principais resultados obtidos, uma série de sugestões aos professores que desejam utilizar o LAFIS em suas aulas e nossas perspectivas de investigações futuras nesse campo do conhecimento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvemos um ambiente virtual colaborativo para o ensino e aprendizagem de Física com base nas ideias de Vygotsky a respeito de aprendizagem e desenvolvimento no ambiente escolar. Tal ambiente, denominado LAFIS (Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física), está disponível no endereço <http://www.lafis.ufms.br>. Esse AVEA possibilita que o professor forme grupos de dois ou três estudantes para resolverem problemas colaborativamente pelo ambiente. O professor pode cadastrar problemas no LAFIS ou utilizar os problemas já disponíveis no Banco de Dados, cadastrados previamente por outros professores ou pesquisadores. Os alunos, cada qual alocado em seu “laboratório virtual”, devem trocar entre si figuras, gráficos, equações, tabelas e/ou informações que aparecem em apenas um laboratório de cada vez. Assim, os estudantes devem, necessariamente, interagir para compreenderem e solucionar o problema. O professor, por sua vez, pode acompanhar as interações de todos os grupos pelo *chat* do LAFIS, mediando e auxiliando-os na busca da solução para a atividade proposta e/ou para aprofundar os conceitos físicos explorados pelo problema. O LAFIS possibilita que as interações sejam síncronas ou assíncronas, a depender da escolha didática do professor.

A partir das articulações de todas as fontes de dados da pesquisa, principalmente as **interações e mediações virtuais** registradas no Banco de Dados desse ambiente, evidenciamos indícios de aprendizagem dos estudantes com foco no plano da microgênese, por meio da análise do movimento das ações dos sujeitos nas interações virtuais proporcionadas pelo LAFIS, considerando, principalmente, os aspectos históricos e socioculturais das escolas e dos sujeitos envolvidos.

Os dados discursivos foram analisados por meio das classes de abordagem comunicativa e dos padrões de interação, utilizados por Mortimer e Scott (2002), na proposta de ferramenta analítica desses autores para análise do discurso presente na troca social de significados em aulas de ciências.

A pesquisa foi organizada em duas etapas: a primeira, que consistiu na “fase piloto”, teve por objetivo o desenvolvimento do ambiente virtual e sua testagem em sala de aula. As primeiras aplicações do LAFIS com os estudantes foram essenciais para identificar e corrigir os seus erros de programação³⁴. Já na segunda fase de aplicação, buscamos verificar como as

³⁴ Os resultados obtidos na fase piloto foram publicados no artigo Mello e Gobara (2013b).

interações verbais e virtuais devem ser conduzidas em classe para favorecer a aprendizagem de conceitos físicos nos experimentos mediados por esse ambiente³⁵.

Analisamos os resultados de três experimentos formativos realizados com o LAFIS na segunda fase de aplicação do ambiente em Aquidauana-MS: o **primeiro**, com estudantes do segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual CEJAR, teve como objetivo a resolução do problema da “onda periódica” (Quadro 2); o **segundo** e o **terceiro**, com estudantes do quarto período do Curso Técnico em Edificações do IFMS, tiveram como objetivos a resolução dos problemas da “onda periódica” e do “apito” (Quadro 8), respectivamente.

No experimento da “onda periódica”, realizado no CEJAR, verificamos que, dos 20 estudantes participantes da pesquisa, apenas cinco postaram as respostas corretas para o problema. As filmagens indicaram que muitos estudantes, nesse experimento, pareciam não estar preocupados em solucionar o problema proposto, uma vez que surgiram inúmeras “conversas paralelas” que interferiram o desenvolvimento da aula. O professor pesquisador, por não ser o regente da turma, teve dificuldades para controlar a disciplina e manter as duplas trabalhando com os seus respectivos pares. Além disso, durante a maior parte do experimento, o professor precisou resolver diversos problemas relativos ao acesso dos estudantes ao LAFIS, tais como cadastro no ambiente, recuperação de senha, troca de grupo, inicialização de computadores e acesso à *internet*. Ainda assim, quatro estudantes ficaram sem computador para acessar o ambiente. Conseqüentemente, o professor não teve condições de exercer as mediações virtuais necessárias desde o início da atividade e, intervir em todos os grupos. Os dados do *chat* não foram suficientes para sugerir indícios de aprendizagem dos estudantes, uma vez que em nove, dos dez grupos participantes da pesquisa, **não** houve interação colaborativa virtual entre os estudantes. Relativamente a essa ausência de interação colaborativa, notamos que a relação de interdependência entre os estudantes também não foi boa, já que eles não se comunicaram para estabelecerem as trocas da figura e das equações; em oito grupos essas trocas foram realizadas poucas vezes e em dois grupos, nenhuma vez. Pelo *chat*, apenas um estudante realizou uma pergunta ao professor, possibilitando uma boa interação colaborativa. Ainda assim, seriam necessárias mais interações para este aluno internalizar o conceito científico de amplitude. Com exceção dessa interação, que seguiu um padrão I-R-F-R invertido, em uma abordagem comunicativa *interativa* no contínuo *dialógico-de autoridade*, a abordagem comunicativa predominante nos outros grupos foi *não-interativa de autoridade*.

³⁵ Os resultados que obtivemos ao longo da pesquisa também foram publicados nos artigos Mello e Gobara (2013a, 2014a, 2014c, 2014d, 2014e).

Consideraremos, agora, os resultados do experimento com o problema da “onda periódica”, realizado no IFMS. Nesse experimento, os estudantes, por já conhecerem o professor pesquisador, procuraram atender à sua solicitação de permanecerem em seus computadores e interagirem preferencialmente pelo *chat*, proporcionando, assim, um ambiente favorável à concentração dessa turma durante a realização desse experimento na sala de informática. Eles também evitaram interações que não fossem relacionadas à resolução do problema e procuraram interagir durante praticamente todo o experimento, mesmo que parte dessas interações não tenha sido colaborativa. Isso auxiliou o professor a acompanhar mais atentamente todas as interações pelo ambiente, repercutindo numa maior quantidade e na melhor qualidade das mediações. Observamos que os dez grupos analisados postaram as respostas corretas para o problema. Em nove grupos os estudantes apresentaram uma boa relação de interdependência, pois realizaram de forma satisfatória e eficiente a troca da figura e das equações entre os laboratórios. Consideramos que a relação de interdependência nas interações entre os estudantes foi razoável em apenas um grupo, pois nesse um estudante deteve a figura em seu laboratório até responder as questões propostas. Em cinco grupos aconteceram boas interações colaborativas pelo *chat* do LAFIS. Nessas interações colaborativas, as abordagens comunicativas mais recorrentes foram do tipo *interativa dialógica* e/ou *interativa de autoridade*. As interações discursivas observadas apresentaram indícios de aprendizagem dos estudantes em quatro grupos. Nos demais grupos, as interações registradas no LAFIS evidenciam que os estudantes, individualmente, responderam as questões do problema proposto no LAFIS, porém as respostas sem as explicações de como eles as obtiveram não nos permitem concluir se eles realmente as resolveram. Por isso, acreditamos que o acesso a outras fontes de dados, como, por exemplo, os cadernos de resolução dos estudantes e as interações verbais que ocorreram, mas que não foram registradas porque a câmera estava fixa e por vezes os sons não eram decifráveis, poderiam contribuir para evidenciar os indícios de aprendizagem dos demais estudantes. A interação colaborativa dos estudantes com o professor pelo *chat* foi considerada boa em quatro grupos, porém, reconhecemos que o professor poderia ter mediado determinados grupos mais atentamente, solicitando a postagem das resoluções no *chat*, principalmente dos estudantes que se comportaram de forma mais passiva nas interações.

Quanto ao problema do “apito”, que foi aplicado somente no IFMS, embora os dados discursivos sugiram indícios de aprendizagem em três grupos, todos os quatro grupos participantes da pesquisa identificaram que deveria ser calculada a frequência da onda sonora e trabalharam no sentido de obter essa grandeza. A interação entre os pares foi insuficiente em

apenas um dos grupos, porque um dos estudantes estava mais preocupado em responder o problema do que em colaborar e, portanto, explicar ao colega como resolver e obter a resposta. Nesse tipo de situação, também acreditamos que a mediação do professor poderia ter sido diferente, solicitando ao colega, que já sabia resolver o problema, que auxiliasse seu par a encontrar as respostas desejadas, mostrando-lhe como resolver ou, de preferência, dando-lhe dicas para que este encontrasse por si a solução desejada.

De modo geral, nos três experimentos realizados, observamos que os padrões de interação mais recorrentes nos discursos nos quais encontramos indícios de aprendizagem foram as tríades I-R-F e as cadeias de turnos não triádicos I-R-F-R-F. Esses padrões foram observados nas abordagens comunicativas *interativas dialógicas* e *interativas de autoridade*. Acreditamos que isso se deva ao fato de que esses padrões interativos possibilitam obter a resposta do estudante que ainda não sabe resolver o problema sozinho, mas que com o auxílio de um colega mais experiente consegue resolvê-lo. Além disso, principalmente nos padrões interativos em cadeia, em que os sujeitos dialogam diversas vezes, estabelecendo uma série de perguntas e respostas até chegarem em um ponto de vista específico, a sequência de respostas dos estudantes permitiu a identificação de possíveis transições microgenéticas nos estudantes, transições estas relacionadas aos processos de internalização de conceitos, à evolução dos conceitos cotidianos em direção aos conceitos científicos correlatos.

A partir dos dados analisados, identificamos algumas abordagens que o professor deve adotar em sala de aula, mediante a utilização do material instrucional proposto para, de acordo com a Teoria de Vygotsky (2007, 2008), amadurecer as funções mentais latentes na Zona de Desenvolvimento Próximo dos alunos. Observamos que é fundamental que o professor acompanhe virtualmente as interações dos estudantes, e, sempre que possível, no momento da resolução dos problemas, pois assim poderá exercer o seu papel de mediador, auxiliar os aprendizes a encontrarem as soluções desejadas, buscando evidenciar as soluções propostas pelos estudantes. A mediação do professor, em uma sala em que os estudantes estão na presença do professor, mas interagindo virtualmente, não precisa, necessariamente, ser virtual; contudo, pareceu-nos mais eficaz que seja assim, tanto por contribuir na concentração dos estudantes durante a atividade quanto pela possibilidade do professor atender diversos grupos, sem tirar a atenção dos demais como em geral ocorre na mediação presencial, onde a atenção dos colegas geralmente se voltam para a explicação do professor.

Verificamos também que um dos principais cuidados que o professor deve ter nas mediações pelo LAFIS é o de certificar-se que a interação entre os estudantes esteja, de fato,

acontecendo entre todos os membros do grupo. Se um determinado aluno não estiver participando da resolução do problema, ou estiver demonstrando uma atitude mais passiva, cabe ao professor atento intervir, no sentido de estimular a participação desse indivíduo, por meio de perguntas ou solicitando que o aprendiz execute algum procedimento que venha favorecer a aprendizagem, como pedir que ele apresente os cálculos realizados para a obtenção de determinada grandeza. Outra possibilidade é o professor solicitar que o parceiro mais experiente explique a solução ao colega ou, preferencialmente, dê-lhe pistas para que o estudante menos experiente desenvolva a resolução. Esse aspecto, de solicitar aos estudantes que descrevam o procedimento utilizado para a obtenção das respostas, é fundamental para verificar se os passos adotados para a resolução têm coerência, comprovando que a resposta não foi obtida ao acaso, explicitando, ainda, se os conceitos fundamentais para a solução do problema foram, de fato, internalizados pelos sujeitos.

Mesmo que o grupo não solicite o auxílio do professor, ele deve procurar estabelecer a interação, para certificar-se de que a resolução encontrada pelos estudantes contribuiu para a apropriação dos conhecimentos ou, para simplesmente, constatar que esses conhecimentos já estavam internalizados. Nesse sentido, outra vantagem do LAFIS é que as interações de todos os grupos ficam gravadas em um Banco de Dados, de modo que o professor possa, futuramente, trabalhar as dificuldades com os grupos que não conseguiram resolver o problema.

As análises qualitativas das fontes de dados desta pesquisa sugerem que o LAFIS, em determinadas condições já enunciadas, favorece a interação colaborativa entre os estudantes, pois a interdependência entre eles, no ambiente, pode promover processos interativos que se convertam em ações colaborativas, caso os sujeitos auxiliem um ao outro a resolverem os problemas propostos. Dentre os sujeitos participantes da pesquisa, observamos estudantes que receberam auxílio dos seus pares e, dessa forma, conseguiram resolver as questões propostas; houve casos, também, em que ambos os estudantes, de um mesmo grupo, não compreendiam ou não sabiam como solucionar o problema proposto, mas que lograram êxito na tarefa por meio do auxílio do professor.

O diferencial inovador do LAFIS, em relação à proposta que serviu como fonte inspiradora desta pesquisa, é que o professor pode cadastrar e editar problemas no ambiente, utilizar problemas propostos por outros professores, além de formar grupos de estudantes organizados por escolas e turmas. Com isso, o professor pode trabalhar com diversos níveis de complexidade e interdependência nos problemas propostos.

Portanto, o uso do LAFIS apresenta-se como um meio potencialmente favorável para o professor trabalhar os conceitos científicos que atuam na Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes. Permite, também, que ele identifique quais conceitos e habilidades já atuam no Nível de Desenvolvimento Real dos estudantes. Ao favorecer a colaboração entre os sujeitos, esse ambiente pode, efetivamente, auxiliá-los na resolução do problema proposto e na apropriação de novos conhecimentos, por meio da ação mediada do professor ou de um colega mais experiente.

Os experimentos foram conduzidos em duas escolas cujo perfil histórico-cultural é muito diferente, a fim de evidenciar, conforme o referencial teórico utilizado, que há a influência considerável do meio cultural no processo de ensino e aprendizagem dos sujeitos, em especial, no comportamento dos estudantes ao trabalharem em grupo, ao resolverem problemas, ao receberem um professor visitante, ao utilizarem o computador – mais especificamente o LAFIS – como instrumento de mediação, etc. Por isso, é fundamental que o professor, ao planejar e executar a sua aula com o LAFIS, leve em consideração o contexto histórico e cultural no qual os sujeitos envolvidos estão imersos.

Como consequência dos resultados obtidos em nossa pesquisa, apresentamos uma série de sugestões aos professores que desejam utilizar o LAFIS em suas aulas.

7.1. Aulas por meio do LAFIS: sugestões aos professores

- 1) Primeiramente, certifique-se de que os computadores de sua escola estejam em perfeito estado de funcionamento e em número suficiente para o acesso individual de todos os estudantes. Máquinas lentas ou que não funcionem tendem a irritar os estudantes que as utilizam, o que aumenta as chances de conversas paralelas aos objetivos da aula. Além disso, eventuais problemas nos computadores costumam exigir muito tempo do professor para solucioná-los, situação esta que prejudica a mediação dos grupos pelo ambiente, principalmente no início da aula;
- 2) Avalie se o número de estudantes em sua turma é demasiadamente grande. Em caso afirmativo, pode ser mais conveniente formar grupos de três estudantes, pois isso significará menos grupos para mediar simultaneamente. Por exemplo: uma turma de 42 estudantes pode formar **21** grupos de dois alunos cada ou “apenas” **14** grupos de três alunos cada.

- 3) Se os seus estudantes necessitam do auxílio de alguém mais experiente para resolverem um determinado problema proposto no LAFIS, certamente esse problema é ideal para a sua turma, pois além de favorecer as interações colaborativas, os processos de aprendizagem vão promover o desenvolvimento dos indivíduos. Portanto, procure, inicialmente, identificar os conhecimentos prévios dos estudantes para ter, ao menos, uma ideia dos conceitos que terão condições de aprender quando auxiliados por um colega mais experiente ou pelo professor. Isto é, procure atuar na ZDP dos estudantes.
- 4) A constante e eficiente mediação do professor durante a resolução de problemas no LAFIS é o principal recurso do docente para promover o sucesso dos estudantes na aprendizagem de conceitos e resolução dos problemas propostos. Portanto, procure interagir com todos os grupos, mediando-os sempre que necessário. Evite fornecer respostas prontas, mas sim devolva perguntas instrutivas, aos estudantes, para avaliar o nível de compreensão deles, lembrando-se sempre de devolver o *feedback* das respostas dadas por eles. Por meio das suas perguntas procure, principalmente, identificar os conceitos cotidianos dos sujeitos, procurando sempre relacioná-los, gradativamente, com o conceito científico correlato, até obter evidências, por meio do discurso (verbal ou virtual) dos sujeitos, de que os conceitos foram internalizados.
- 5) Ainda no que diz respeito à mediação do professor, certifique-se de que haverá tempo suficiente para a resolução do problema proposto. Recomendamos, quando possível, o uso de dois tempos de aula, já que parte desse tempo será utilizada para deslocar os estudantes até o laboratório, ligar os computadores, acessar o LAFIS e efetuar *login* no mesmo, desligar as máquinas após a aula, etc.
- 6) O professor deve prestar atenção na dinâmica das interações do grupo e perceber se um determinado estudante se comporta de forma excessivamente individualista, isto é, preocupando-se apenas em receber os elementos de resolução em seu ambiente e em resolver o problema e postar as respostas no *chat*. Em suma, perceber se o estudante não interage colaborativamente com o colega. Nesses casos, **a mediação do professor é fundamental para mudar a dinâmica das interações** e favorecer o estudante com mais dificuldade na resolução. Sugerimos duas possíveis intervenções do professor: a primeira é solicitar que o estudante envie os elementos de resolução ao seu par para que este também tenha a oportunidade de resolver o

problema, bem como que mantenha uma interação colaborativa com este para auxiliá-lo no caso de eventuais dúvidas. Caso essa intervenção não dê resultado, o professor pode ainda mediar diretamente o colega com mais dificuldade.

- 7) Se durante a resolução de um determinado problema as mediações em um grupo específico estiverem exigindo muito tempo e atenção do professor, solicite a esse grupo de estudantes que aguardem um tempo, e verifique se outros grupos também estão precisando de auxílio, pois a ação do professor deve ser rápida, principalmente nos casos em que, eventualmente, não está havendo colaboração entre os pares e quando conceitos científicos incorretos ou resoluções incompletas são postados no ambiente. O professor deve se lembrar, também, de que deve retornar o mais rápido possível a mediar aquele grupo ao qual solicitou esperar um instante.

Essas considerações têm por base **apenas** as turmas investigadas em nossa pesquisa. Desse modo, em outras turmas, escolas, cidades, estados e até mesmo países, enfim, em realidades socioculturais diversas, outras condições específicas, que ainda desconhecemos, podem se fazer necessárias para que o LAFIS potencialize a aprendizagem de Física como desejamos.

7.2. Desdobramentos possíveis da pesquisa

Os resultados também sugerem a continuidade desse projeto no sentido de melhor adequar o AVEA em função dos problemas apontados nas experimentações conduzidas e, por outro lado, verificar a possibilidade do uso desse ambiente por outros professores e em outras realidades socioculturais. Nesse sentido, atualmente, vislumbramos pelo menos três possíveis temas como **desdobramentos dessa pesquisa**:

- 1) A investigação da utilização do LAFIS por professores das redes pública e privada de ensino;
- 2) A avaliação da potencialidade do LAFIS para interações síncronas e assíncronas entre estudantes e professores em ambientes físicos distintos, e não na mesma sala de aula;
- 3) A elaboração e análise de problemas com níveis cada vez mais elevados de interdependência;

- 4) A utilização do LAFIS em outras áreas do conhecimento, como a Matemática e a Química, por exemplo.

Consideramos, ainda, a necessidade das seguintes **atualizações do ambiente**:

- 1) A migração do LAFIS para tecnologias multiplataformas e de *software* livre, preferencialmente utilizando algum *framework* como suporte para o desenvolvimento. Essa atualização tecnológica pode possibilitar, além do aumento no desempenho de navegação e armazenamento de dados, a incorporação de ferramentas úteis, como a área de edição para resolução de problemas e o editor de equações.
- 2) A incorporação, em cada laboratório virtual do LAFIS, de tecnologias de animação com suporte à programação, como o *HTML 5*, *Java* ou *Flash*. Com isso, vislumbramos uma relação de interdependência mais elevada, mediada pela realização de medidas físicas virtuais, por meio de balanças, cronômetros, réguas, dinamômetros, dentre outros instrumentos de medida, a depender do conteúdo trabalhado em sala de aula e objetivos do problema proposto.
- 3) Providenciar o registro do LAFIS no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOBE Flash. **Wikipédia, A Enciclopédia Livre**, 2014. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash>. Acesso em: 4 fev. 2015.

ALVARENGA, C. E. A. **Autoeficácia de professores para utilizarem tecnologias de informática no ensino**. 2011. 195 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

ALVES, T.; PINTO, J. M. R. Remuneração e características do trabalho docente no Brasil: um aporte. **Cadernos de Pesquisa**, v. 41, n. 143, p. 606-639, 2011.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.

ARAUJO, I. S. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de Física Geral**. 2005. 238 p. Tese (Doutorado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ARAUJO, I. S.; VEIT., E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, p. 5-18, set./dez. 2004.

BARROQUEIRO, C. H.; AMARAL, L. H. O uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no processo de ensino-aprendizagem dos alunos nativos digitais nas aulas de Física e Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 2, n. 2, p. 123-143, jul/dez. 2011.

BATISTELLA, Carmes Ana da Rosa. **Atividades de ótica exploradas no ensino médio através de reflexões epistemológicas com o emprego do V de Gowin**. 2007. 86 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

BRASIL. Fundação Victor Civita. **O uso dos computadores e da internet em escolas públicas de capitais brasileiras**. São Paulo: Abril, 2009.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2013**, Rio de Janeiro, 288 p., 2014.

BRUSCATTO, Gentil César. **O ensino de Física através das atividades práticas realizadas na instalação, operação e manutenção de uma estação radioamadora**. 2011. 177 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CALLONI, Gilberto José. **A física dos movimentos analisada a partir de vídeos do cotidiano do aluno: uma proposta para a oitava série**. 2010. 76 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CAPUCHINHO, C. Ainda há estados que não cumprem a Lei do Piso de professor. **Último Segundo**, São Paulo, jan. 2015. Disponível em: <<http://ultimosegundo.ig.com.br/educacao/2015-01-22/minas-gerais-rio-grande-do-sul-e-rondonia-nao-cumprem-lei-do-piso-de-professor.html>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

CATAPAN, A. H.; ABREU, C. W.; PLINIO, C. F.; SOUSA, A. C.; THOMÉ, Z. R. C. Ergonomia em Software Educacional: a possível integração entre usabilidade e aprendizagem. In: Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, II., 1999, Campinas. **Atas IHC 99**, Campinas: UNICAMP, 1999.

CENNE, A. H. H. **Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de física térmica**. 2007. 94 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CHINI, J. J; MADSEN, A.; GIRE, E.; REBELLO, N. S.; PUNTAMBEKAR, S. Exploration of factors that affect the comparative effectiveness of physical and virtual manipulatives in an undergraduate laboratory. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**. v. 8, n. 1, p. 010113, 2012.

CLEBSCH, A. B.; MORS, P. M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de fluidos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 26, n. 4, p. 323-333, 2004.

CLEBSCH, A. B. **Realidade ou ficção? A análise de desenhos animados e filmes motivando a Física na sala de aula**. 2004. 129 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

COSTA, G. L. M. O ensino médio no Brasil: desafios à matrícula e ao trabalho docente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 236, p. 185-210, jan./abr. 2013.

COSTA, L. G. **Apropriação tecnológica e ensino: as tecnologias de informação e comunicação e o ensino de Física para pessoas com deficiência visual**. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Centro Interdisciplinar de Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CRUZ, P.; MONTEIRO, L. **Anuário Brasileiro de Educação Básica 2014**. Movimento todos pela Educação. São Paulo, p. 156. 2014.

DELARI JR., Achilles. **Quais são as funções psíquicas superiores? Anotações para estudos posteriores**. Mimeo. Umuarama. 6 p. Disponível em: <<http://www.vigotski.net/fps.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de Biomecânica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 399-419, 2008.

ERROBIDART, N. C. G.; GOBARA, S. T.; JARDIM, M. I. A.; ERROBIDART, H. A.; MARQUES, S. M. Modelos mentais e representações utilizadas por estudantes do ensino

médio para explicar ondas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 12, n. 3, p. 440-457, 2013.

FEITOSA, J. A. F.; LIMA, I. P.; VASCONCELOS, F. L. H. A ferramenta *chat* como recurso pedagógico no ensino de Física. **EAD em Foco**, v. 3, n. 1, p. 82-95, dez. 2013.

FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A. M.; FERREIRA, C. A. **Estudo dos Quadros Teóricos dos Artigos de Ensino de Ciências mediado pelas TIC. Um olhar a partir da literatura**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL TIC E EDUCAÇÃO, III., 2014, Lisboa. Atas Digitais do III Congresso Internacional das TIC na Educação. Disponível em: <http://ticeduca2014.ie.ul.pt/downloads/AtasDigitais/Atas_Digitais_ticEDUCA2014.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2014.

FIGUEIRA, Jalves Sampaio. **Atividades na aquisição de dados no laboratório de Física em cursos de tecnologia**. 2005. 182 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

FREIRE, S.; FARIA, C.; BAPTISTA, M.; FREIRE, A.; GALVÃO, C. Wiki as a Tool for Engaging Students with a Science Problem Solving Activity. **The Electronic Journal of Science Education**. v. 17, n. 1, p. 1-24, 2013.

GRAPHICS Interchange Format. **Wikipédia, A Enciclopédia Livre**, Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Graphics_Interchange_Format>. 2012. Acesso em: 4 fev. 2015.

GIORDAN, M. O computador na educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Revista Ciência e Educação**. v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GOBARA, S. T.; ERROBIDART, N. C. G.; MARQUES, S. M.; JARDIM, M. I. A.; ERROBIDART, H. A.; PLAÇA, L. F. **O conceito de ondas na visão dos estudantes**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VI., 2007, Florianópolis. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p1055.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**. v. 20, n. 50, 2000.

GREGIO, B. M. A. **O uso das TICS e a formação inicial e continuada de professores do ensino fundamental da escola pública estadual de Campo Grande/MS: uma realidade a ser construída**. 2005. 358 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2005.

GRIFFIN, A. R.; CARTER, G. Technology as a Tool: Applying an Instructional Model to Teach Middle School Students to Use Technology as a Mediator of Learning. **Journal of Science Education and Technology**, v. 13, n. 4, p. 495-504, dez. 2004.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

HTML. **Wikipédia, A Enciclopédia Livre**, 2015. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/HTML>>. Acesso em: 4 fev. 2015.

INSTITUTO Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, **Censo Escolar da Educação Básica Brasileira 2013**: resumo técnico. Brasília, 2014.

JARDIM, M. I. A.; ERROBIDART, N. C. G.; GOBARA, S. T. **Levantamento dos trabalhos em ensino de Física que investigaram ondas sonoras**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI., 2008, Curitiba. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0186-1.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

KRUSBERG, Z. A. C. Emerging Technologies in Physics Education. **Journal of Science Education and Technology**. v. 16, n. 5, p. 401-411, out. 2007.

LEONTIEV, A. A. Social and natural in semiotics. In: MORTON, J. **Biological and Social Factors in Psycholinguistics**. Urbana: University of Illinois Press, 1970.

MAI, Ivo. **Utilizando um forno de microondas e um disco rígido de computador como laboratório de Física**. 143 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MARTÍNEZ, F. A. R. Elaboración de un libro electrónico de Física para las carreras de ingeniería. **Informática na Educação: teoria & prática**. v. 7, n. 1, p. 49-57, jan./jun. 2004.

MAZZARDO, Mara Denize. **Investigando as potencialidades dos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem na formação continuada de professores**. 2005. 144 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.22, n.2, p. 77-86, 2002.

MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. Analysis of Interactions in a Virtual Learning Environment Based in Vygotsky's Theory. **Creative Education**, n. 10A, p. 54-60, out. 2013a.

MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. **LAFIS: Um Laboratório Virtual de Aprendizagem Colaborativa de Física**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IX., 2013b, Águas de Lindóia. **Livro de Programação**. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br/sigeventos/abrapec2013/inscricao/resumos/0001/R0240-1.PDF>>.

MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. **O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação para o ensino de física com base na teoria sóciointeracionista de Vygotsky**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XX., 2013c, São Paulo. Anais

eletrônicos. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0641-1.pdf>>.

MELLO, D. A. A. D.; GOBARA, S. T. **AS INTERAÇÕES EM UM LABORATÓRIO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA DE FÍSICA:** minúcias indiciais de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes. Programa XV EPEF. Maresias. 2014a.

MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. **Laboratório Virtual de Aprendizagem Colaborativo de Física:** Minúcias Indiciais de Aprendizagem por Meio da Resolução de Problemas. Atas Digitais do III Congresso Internacional das TIC na Educação. Lisboa: Media Partners. 2014b.

MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. LAFIS, um Ambiente Virtual de Aprendizagem colaborativa de física embasado na teoria de Vygotsky. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 205, n. 2, p. 16-30, 2014c.

MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. Teacher Mediation in LAFIS, a Virtual Environment for Collaborative Teaching and Learning of Physics. **Creative Education**, v. 5, p. 1812-1820, out. 2014d.

MELLO, D. A.; GOBARA, S. T. **O Estudo de Ondas Periódicas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem Colaborativo de Física.** Anais do 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014). Dourados: Sociedade Brasileira de Computação. 2014e. p. 812-821.

MIRC. **Wikipédia, a enciclopédia livre**, 2011. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/MIRC>>. Acesso em: 4 fev. 2015.

MOODLE. **Wikipédia, a enciclopédia livre**, 2010. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>>. Acesso em: 01 mar. 2015.

MOODLE UFSC. **Tutoriais e Textos sobre o Moodle UFSC**, 2015. Disponível em:
<<https://tutoriais.moodle.ufsc.br/math>>. Acesso em: 01 mar. 2015.

MOREIRA, A. F.; PONTELO, I. Níveis de engajamento em uma atividade prática de Física com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 9, n. 2, p. 148-167, 2009.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea.** In: CONFERENCIA INTERAMERICANA SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, XI., 2013, Guayaquil, Equador. Actas. Guayaquil: 2013. Disponível em:
<http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.

MORINI, Lizandra Botton Marion. **Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan:** ondas mecânicas no ensino médio. 2009. 134 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MULLER, D. A.; SHARMA, M. D.; REIMANN, P. Raising Cognitive Load with Linear Multimedia to Promote Conceptual Change. **Science Education**. v. 92, n. 2, p. 278-296, jan. 2008.

NETBUS. **Wikipédia, A Enciclopédia Livre**, 2013. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/NetBus>>. Acesso em: 4 fev. 2015.

NETO, Jader da Silva. **A física moderna no processo de formação de técnicos na área de radiologia médica**. 2008. 158 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OWN, Z. The application of an adaptive web-based learning environment on oxidation–reduction reactions. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 4, p. 73-96, 2006.

PARNAFES, O. When Simple Harmonic Motion is not That Simple: Managing Epistemological Complexity by Using Computer-based Representations. **Journal of Science Education and Technology**, v. 19, p. 565-579, maio 2010.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio. **Ensino de Física no 9º ano: uma proposta metodológica com projetos desenvolvidos a partir de situações-problema**. 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PEREIRA, D. R. O.; AGUIAR, O. Ensino de física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. **Revista Ponto de Vista**, v. 3, p. 65-81, 2006.

PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental à distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 32, n. 4, 2010.

REIS, E. M.; LINHARES, M. P. Integrando o espaço virtual de aprendizagem “EVA” à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de Física no ensino médio. **Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências**. v. 10, n. 2, p. 249-266, 2008.

REZENDE, F.; BARROS, S. S.; LOPES, A. M. A.; ARAUJO, R. S. Interage: um ambiente virtual construtivista para formação continuada de professores de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 20, n. 3, p. 372-390, dez. 2003.

REZENDE, F.; TRINDADE, M. Jogos de linguagem e mudança discursiva na interação compartilhada de estudantes com sistema hipermídia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 11, n. 1, p. 81-102, 2011.

ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B. A teoria histórico-cultural e o ensino da física. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 33/6, p. 1-9, ago. 2004.

ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 17, n. 1, p. 33-49, abr. 2000.

ROSA, P. R. S. **Instrumentação para o ensino de ciências**. 1. ed. Campo Grande: Editora UFMS, 2010.

SADAGHIANI, H. R. Using multimedia learning modules in a hybrid-online course in electricity and magnetism. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**. v. 7, p. 010102, mar. 2011.

SANTOS, R. P. Wikificando a História da Física: a Web 2.0 na construção colaborativa de conhecimento no Ensino. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 6, n. 1, 2008.

SANTOS, A. B. A.; FAZION, C. B.; MEROE, G. P. S. Inovação: um estudo sobre a evolução do conceito de Schumpeter. **Caderno de Administração**, v. 5, n. 1, 2011.

SEVERO, C. E. P.; PASSERINO, L.; GLUZ, J. C.; RAMINELLI, Á. Mediação Pedagógica em Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem Através de Agentes de Mineração de Dados Educacionais. **Informática na Educação: teoria & prática**, v. 14, n. 2, p. 63-82, 2011.

SCHMITT, C. E. **O uso da astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no Ensino Médio**. 2005. 113 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SIAS, Denise Borges. **A aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na Física Térmica do Ensino Médio**. 2006. 199 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 23, n. 3, 2006a.

SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R. Aquisição automática de dados e animações no estudo da transmissão do calor. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 4, n. 1, 2006b.

SILVA, Edy Ferreira Mendes da. **LEDVI, Laboratório Educativo Virtual Interativo: análise de uma atividade de hidrostática**. 2011. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.

SILVA, E. W. F. M.; GOBARA, S. T. LEDVI, Ambiente virtual interativo mediado a distância. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 5, n. 2, 2007.

SILVA, H. C.; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L.; CASSIANO, W. S. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Revista Ciência e Educação**. v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SILVA, Lucia Forgiarini da Silva. **Uma experiência didática de inserção do microcomputador como instrumento de medida no laboratório de Física do Ensino Médio**. 144 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

- SILVA, L. H. A. A perspectiva histórico cultural do desenvolvimento humano: ideias para estudo e investigação do desenvolvimento dos processos cognitivos em ciências. In: Roque Ismael da Costa Güllich. (Org.). **Didática das Ciências**. 1. ed. Curitiba: Prismas, 2013, v. 01, p. 11-32.
- SOARES, R. R.; BORGES, P. F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 32, n. 2, p. 2501-1, 2010.
- SOUZA, C. A.; BASTOS, F. P.; ANGOTTI, J. A. P. Resolução de problemas de Física mediada por tecnologias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, p. 310-339, ago. 2008.
- SPOHR, Carla Beatriz. **O tema supercondutividade no nível médio: desenvolvimento de material hipermídia fundamentado em epistemologias contemporâneas**. 2008. 161 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- STEFFENS, C. A. **Um olhar sobre medidas em Física**. 2008. 354 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- STENSMANN, Berenice Helena Wiener. **A utilização de novas tecnologias de informação e comunicação como instrumento potencializador visando proporcionar uma aprendizagem mais significativa em física de fluidos**. 2005. 160 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- TAXAS de Rendimento (2013). **QEdU**, 2015. Disponível em: <www.qedu.org.br/brasil/taxas-rendimento>. Acesso em: 25 mar 2015.
- UHR, Andréia Pessi. **O Sistema Solar – Um Programa de Astronomia para o Ensino Médio**. 2007. 121 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.
- VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Tradução de José Cipolla Neto et al. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de Física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 30, n. 1, p. 1503-1, 2008.

WERLANG, Raphael Brum. **O uso de novas tecnologias no ensino de física dos fluidos aplicado em escolas técnicas**. 2007. 180 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

WERTSCH, J.V. **Voces de la mente**: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada. Madrid: Visor Distribuciones, 1993.

ZHANG, B.; LIU, X.; KRAJCIK, J. S. Expert Models and Modeling Processes Associated with a Computer-Modeling Tool. **Science Education**. v. 90, n. 4, p. 579-604, jul. 2006.

ANEXOS

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido das instituições de ensino



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
UFMS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

A instituição de ensino _____
 é convidada para participar da pesquisa intitulada “Análise de um software educacional para a aprendizagem de ondas sonoras através das interações e mediações em sala de aula” que está sendo desenvolvida por **Dante Alighieri Alves de Mello**, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFMS.

A finalidade deste estudo é pesquisar de que maneira se processa o ensino e a aprendizagem de conceitos de Física no Ensino Médio mediante a utilização de um software educacional desenvolvido para este fim. A partir destes resultados pretende-se desenvolver recursos que facilitem o ensino e a aprendizagem dessa disciplina.

A participação dos alunos é de forma voluntária (não obrigatória) e a qualquer momento o aluno que desejar desistir de participar da pesquisa poderá retirar o seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Durante a pesquisa, os alunos participarão de aulas e farão atividades, individualmente e em grupos, envolvendo o conteúdo ondas sonoras. As aulas serão gravadas e/ou filmadas para análise posterior.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo a escola pode contatar o pesquisador pelo telefone (67) 9284-4275 ou pelo e-mail: **dante_mello@yahoo.com.br**. Para perguntas adicionais sobre seus direitos como participante no estudo, o(a) senhor(a) pode consultar o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 3345-7187.

Declaro que li e entendi esse formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. A instituição de ensino _____ é voluntária a tomar parte neste estudo.

Nome do responsável pela instituição _____

Aquidauana – MS, ____ de _____ de _____.

 Assinatura do responsável

 Assinatura do pesquisador

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos estudantes



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
UFMS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar na pesquisa intitulada “Análise de um software educacional para a aprendizagem de ondas sonoras através das interações e mediações em sala de aula”. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido por Dante Alighieri Alves de Mello / CAPES.

Por que o estudo está sendo feito?

A finalidade deste estudo é pesquisar de que maneira se processa o ensino e a aprendizagem de conceitos de Física no Ensino Médio mediante a utilização de um software educacional desenvolvido para este fim. A partir destes resultados pretende-se desenvolver recursos que facilitem o ensino e a aprendizagem dessa disciplina.

Quem participará deste estudo? Quais são os meus requisitos?

Poderão participar deste estudo estudantes que estão cursando a 2ª série do ensino médio em escolas públicas.

Quem não pode ou não deve participar deste estudo?

Estudantes não matriculados na 2ª série do ensino médio de escolas públicas.

O que serei solicitado a fazer?

Inicialmente você será entrevistado sobre o que acha mais difícil aprender na disciplina Física e o que acredita que pode ser feito pela comunidade escolar para facilitar o seu aprendizado. A entrevista será filmada e o que você disser será registrado para posterior estudo.

Num segundo momento você também participará de aulas que utilizam o computador como ferramenta de ensino e aprendizagem. Essas aulas serão filmadas e o que você disser ou digitar no computador será registrado para posterior estudo.

O que se sabe sobre este assunto?

O que se sabe é que o computador é um recurso que pode facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos físicos.

Quanto tempo estarei no estudo?

Você participará deste estudo durante o período no qual será ministrado o conteúdo “ondas sonoras” na disciplina de física, em geral aproximadamente um mês.

Quantas outras pessoas estarão participando deste estudo?

A ideia inicial é realizar esse estudo com no mínimo três turmas. Se considerarmos que cada turma possui em média 40 alunos a expectativa é que um total de 120 pessoas participe desse estudo.

Que prejuízos, riscos ou eventos adversos podem acontecer comigo se eu participar deste estudo?

Você está sujeito a se sentir constrangido pelo fato de ser filmado durante a realização das atividades do estudo. Felizmente, para minimizar esse incômodo, o pesquisador lembrará em todas as filmagens que estas serão mantidas em sigilo e que somente o responsável pelo estudo terá acesso à mesma para efeito de análise dos dados.

Que benefício eu posso esperar?

Você poderá se beneficiar pela oportunidade de estudar o conteúdo “ondas sonoras” a partir de um software educacional desenvolvido para esse fim. Em nosso entendimento essa experiência pode ampliar a aprendizagem dos estudantes envolvidos na pesquisa.

Quem poderá ver os meus registros / respostas e saber que eu estou participando do estudo?

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, representantes da CAPES, Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Eu serei informado do surgimento de informações significativas sobre o assunto da pesquisa?

Sim, você será informado periodicamente de qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo.

Quem devo chamar se tiver qualquer dúvida ou algum problema?

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo contate o pesquisador pelo telefone (67) 9284-4275 ou pelo e-mail: dante_mello@yahoo.com.br. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 3345-7187.

Eu posso recusar a participar ou pedir para sair do estudo?

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Autorizo a publicação dos resultados obtidos em revistas científicas com a condição de que minha identidade seja mantida em sigilo. () Sim. () Não.

Autorizo o pesquisador a utilizar as filmagens nas quais participei única e exclusivamente com o objetivo de analisar os dados da pesquisa com a condição de minha identidade ser mantida em sigilo.

() Sim. () Não.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Nome do voluntário _____

Fone: () ____ - ____ E-mail: _____

Nome do responsável _____

(Caso o voluntário seja menor de idade)

_____ – MS, ____ de _____ de _____.

Assinatura do voluntário ou responsável

Assinatura do pesquisador

(Caso o voluntário seja menor de idade)

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos professores



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
UFMS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Professor(a), o(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar numa pesquisa e precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que tiver. Este estudo está sendo conduzido por Dante Alighieri Alves de Mello / CAPES, doutorando em educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da UFMS.

Por que o estudo está sendo feito?

A finalidade deste estudo é pesquisar de que maneira se processa o ensino e a aprendizagem de conceitos de Física no Ensino Médio mediante a utilização de um software educacional desenvolvido para este fim. A partir destes resultados pretende-se desenvolver recursos que facilitem o ensino e a aprendizagem dessa disciplina.

Quem participará deste estudo? Quais são os meus requisitos?

Poderão participar deste estudo professores que ministram aulas de física na 2ª série do ensino médio em escolas públicas.

O que serei solicitado a fazer?

Inicialmente o(a) senhor(a) será entrevistado(a) sobre quais melhorias acredita que podem ser feitas no software desenvolvido para a realização deste estudo.

Num segundo momento o(a) senhor(a) participará também ministrando algumas atividades teóricas e experimentais (experimento virtual) na Sala de Tecnologia, envolvendo o conteúdo de ondas sonoras. A entrevista e as aulas serão filmadas e aquilo que o(a) senhor(a) disser ou digitar no computador será registrado para posterior estudo.

O que se sabe sobre este assunto?

O que se sabe é que o computador é um recurso que pode facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos físicos.

Quanto tempo estarei no estudo?

O(a) senhor(a) participará deste estudo durante o período no qual será ministrado o conteúdo “ondas sonoras” na disciplina de física, em geral aproximadamente um mês.

Quantas outras pessoas estarão participando deste estudo?

A ideia inicial é realizar esse estudo com no mínimo três turmas. Se considerarmos que cada turma possui em média 40 alunos e 1 professor a expectativa é que um total de 123 pessoas participem desse estudo.

Que prejuízos, riscos ou eventos adversos podem acontecer comigo se eu participar deste estudo?

Não há prejuízos, riscos ou eventos adversos previstos para as pessoas que participarem deste estudo.

Que benefício eu posso esperar?

O(a) senhor(a) poderá se beneficiar pela oportunidade de ministrar o conteúdo “ondas sonoras” a partir de um software educacional desenvolvido para esse fim. Em nosso entendimento essa experiência pode ampliar a aprendizagem dos estudantes envolvidos na pesquisa e assim auxiliar o professor na tarefa de ensinar.

Quem poderá ver os meus registros / respostas e saber que eu estou participando do estudo?

Se o(a) senhor(a) concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, representantes da CAPES, Comitê

de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Eu serei informado do surgimento de informações significativas sobre o assunto da pesquisa?

Sim, qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo lhe será informada periodicamente.

Quem devo chamar se tiver qualquer dúvida ou algum problema?

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo o(a) senhor(a) pode contatar o pesquisador pelo telefone (67) 9284-4275 ou pelo e-mail: *dante_mello@yahoo.com.br*. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 3345-7187.

Eu posso recusar a participar ou pedir para sair do estudo?

Sua participação no estudo é voluntária. O(a) senhor(a) pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Sua recusa **não** implicará em perda de qualquer benefício ao qual tens direito. O(a) senhor(a) não será proibido de participar de novos estudos. O(a) senhor(a) poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. O(a) senhor(a) receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Nome do docente _____

Fone: () ____ - ____ E-mail: _____

Campo Grande – MS, ____ de _____ de _____.

Assinatura do docente

Assinatura do pesquisador

ANEXO D – Dados analisados no questionário socioeconômico preenchido pelos estudantes

QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO		
1. IDENTIFICAÇÃO:		
Nome completo: _____		Idade: _____
Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino	Escola: _____
2. HISTÓRICO ESCOLAR		
2.1. Você concluiu o Ensino Fundamental (1° ao 9° ano):		
<input type="checkbox"/> Maior parte na Escola Pública	<input type="checkbox"/> Maior parte na Escola Particular	
<input type="checkbox"/> Somente em Escola Pública	<input type="checkbox"/> Somente em Escola Particular	
<input type="checkbox"/> Com bolsa integral	<input type="checkbox"/> Com bolsa parcial	<input type="checkbox"/> Sem bolsa
3. GRUPO FAMILIAR		
3.1. Relacione abaixo as pessoas que moram na mesma casa, incluindo você:		
Nome Completo	Grau de Parentesco (pai, mãe, filho)	Renda Mensal
4. SITUAÇÃO SOCIOECONÔMICA		
4.1. A família recebe algum benefício social de transferência de renda? (ex. bolsa família)		
<input type="checkbox"/> Benefício de Prestação Continuada da Assistência Social (BPC – LOAS)		
<input type="checkbox"/> Bolsa Família	<input type="checkbox"/> Vale Renda	<input type="checkbox"/> Outro: _____
Valor: R\$ _____		<input type="checkbox"/> Não recebe.
4.2. A família recebe algum tipo de doação/benefício? (ex. cesta básica, auxílio financeiro de parentes, etc.)		
<input type="checkbox"/> Sim. Qual? _____		Valor: R\$ _____
		<input type="checkbox"/> Não recebe.
4.3. Quais equipamentos computacionais você possui?		
<input type="checkbox"/> Computador Desktop	<input type="checkbox"/> Notebook	<input type="checkbox"/> Celular
		<input type="checkbox"/> Tablet
<input type="checkbox"/> Não possui.		
4.4. Qual internet tem em casa?		
<input type="checkbox"/> Banda Larga	<input type="checkbox"/> Via rádio	<input type="checkbox"/> 3G
<input type="checkbox"/> Outra: _____	<input type="checkbox"/> Não possui.	
4.5. Como é o seu domínio com relação aos seguintes aplicativos:		
Microsoft Word (editor de texto)	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Básico
Microsoft Excel (planilha eletrônica)	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Básico
Microsoft Power Point (editor de slides)	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Básico
Navegadores (IE, Mozilla, Chrome, etc)	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Básico
Ferramentas do Windows	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Básico
Ferramentas do Linux	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Básico
		<input type="checkbox"/> Intermediário
		<input type="checkbox"/> Avançado
4.6. Quais outros aplicativos computacionais você utiliza? _____		
Como é o seu domínio desses aplicativos? _____		
4.7. Quais aplicativos você utiliza no celular e/ou tablet?		
<input type="checkbox"/> Internet		
<input type="checkbox"/> Jogos		
<input type="checkbox"/> Leitor de PDF		
<input type="checkbox"/> Outro(s): _____		
Como é o seu domínio desses aplicativos? _____		
Aquidauana-MS, ___ de _____ de _____.		
Declaro que as informações acima são verdadeiras.		
		_____ Assinatura do estudante

ANEXO E – Teste de Conhecimentos Prévios aplicado aos estudantes

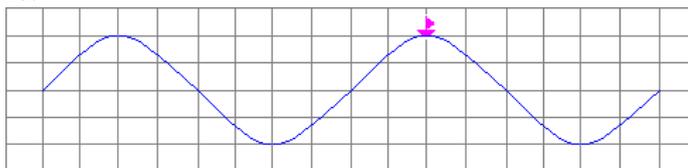
Estudante: _____
 Série: _____ Instituição de Ensino: _____

TESTE – CONCEITOS PRÉVIOS (ONDAS)

1. Nas afirmativas abaixo assinale V para VERDADEIRO e F para FALSO:

- () Em uma onda transversal, os pontos do meio em que ela se propaga vibram perpendicularmente à direção de sua propagação.
- () Uma onda eletromagnética não depende de um meio material para se propagar.
- () Uma onda percorre a distância de um comprimento de onda no intervalo de tempo igual a um período.
- () O período é o tempo necessário para que uma onda efetue um ciclo completo.
- () Uma onda mecânica depende de um meio material para se propagar.
- () A frequência medida em Hertz é o número de oscilações que uma onda realiza em 1 segundo.
- () Ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo.

2. A figura abaixo representa uma onda periódica propagando-se na água com velocidade igual a 40 m/s (a onda está representada de perfil). Cada quadradinho possui 10 cm de lado. A respeito dessa onda, determine:



- a) O comprimento de onda (λ).
- b) A amplitude (A).
- c) A frequência (f).
- d) O período (T) de oscilação do barquinho.

3. (UFMS-96 esp.) Ao se bater na superfície de um lago, produz-se uma onda que nela se propaga com velocidade de 0,4 m/s. A distância entre duas cristas consecutivas da onda é 8 cm. Com base nestes dados, é CORRETO afirmar:

- 01) A onda formada tem comprimento de onda igual a 8 cm.
- 02) A amplitude da onda certamente vale 4 cm.
- 04) A frequência da onda é 5 Hz.
- 08) A onda, ao se propagar, transfere energia de um ponto a outro da superfície do lago.
- 16) Supondo que sob o efeito da onda um ponto na superfície do lago oscile verticalmente, a onda é do tipo longitudinal.

ANEXO F – Avaliação aplicada aos estudantes do IFMS e do CEJAR após o uso do LAFIS na “Fase Piloto” e aos estudantes do CEJAR na segunda fase da pesquisa.

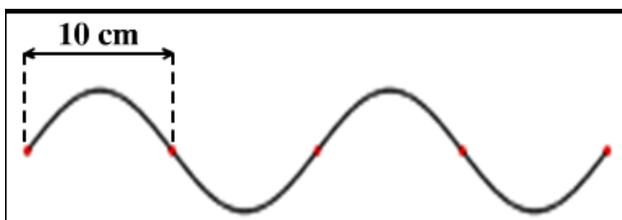
Estudante: _____ Série: _____
 Instituição de Ensino: _____

AVALIAÇÃO

1. (FUVEST modificado) O ouvido humano é capaz de ouvir sons entre 20 Hz e 20.000 Hz, aproximadamente. Considerando que a velocidade do som no ar é 340 m/s, calcule o comprimento de onda do som **mais grave** que o ouvido humano é capaz de ouvir.

2. A figura ao lado representa uma onda de 5 Hz de frequência que se propaga ao longo de uma corda.

- Qual é o comprimento de onda?
- Calcule o período dessa onda.
- Calcule a velocidade de propagação dessa onda.



Dados: $v = \lambda f$ $f = \frac{1}{T}$ $v = \frac{\lambda}{T}$ 1 m = 100 cm

BOA PROVA! ESTUDE SEMPRE, POIS VALE A PENA!

ANEXO G - Avaliação aplicada aos estudantes do IFMS na segunda fase da pesquisa.

1. Na figura abaixo indique onde está o comprimento de onda, a amplitude, o vale e a crista.



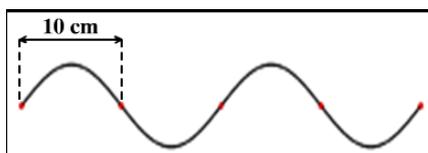
2. Relacione as colunas abaixo:

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| (a) m/s (metro/segundo) | () A (amplitude) |
| (b) Hz (hertz) | () λ (comprimento de onda) |
| (c) m (metro) | () T (período) |
| (d) s (segundo) | () v (velocidade) |
| | () f (frequência) |

3. Marque nas afirmativas abaixo **F** para **FALSO** e **V** para **VERDADEIRO**:

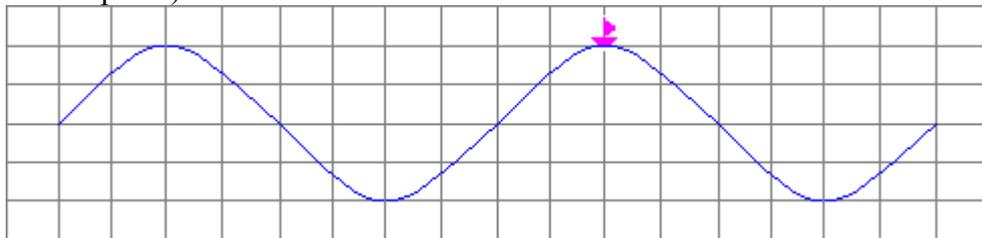
- () Período é o tempo que se gasta para realizar uma oscilação completa em uma onda.
 () Comprimento de onda é a distância entre duas cristas ou dois vales.
 () Se aumentar a frequência aumentará a amplitude.
 () Amplitude é dada pela distância da crista até o vale.

4. A figura abaixo representa uma onda de frequência igual a 5 Hz que se propaga ao longo de uma corda.



- a) Qual é o comprimento de onda?
 b) Calcule o período dessa onda.
 c) Calcule a velocidade de propagação dessa onda.

5. A figura abaixo representa uma onda periódica propagando-se na água (a onda está representada de perfil).



A velocidade de propagação desta onda é de 40 cm/s, e cada quadrado possui 1 m de lado. Determine:

- a) O comprimento de onda.
 b) A amplitude.
 c) A frequência.
 d) O período de oscilação do barquinho sobre a onda.

ANEXO H – Questionário preenchido pelos estudantes quanto ao uso do LAFIS

Estudante: _____ Instituição: _____

QUESTIONÁRIO – LAFIS (FASE PILOTO)

1. Você gosta de estudar física? Por quê?

2. O que você acha interessante nessa disciplina?

3. O que você pensa que pode ser feito para que as aulas de física fiquem mais interessantes? (*marque quantas opções quiser*)

Realização de experimentos/práticas.

Utilização do computador como recurso para o ensino-aprendizagem.

Visitas a museus, indústrias, laboratórios, universidades, etc.

Resolução de exercícios do ENEM e vestibulares.

Outro(s). Quais? _____

4. Quais foram os problemas que você mais gostou de resolver no LAFIS? Por quê?

5. Em quais problemas você teve mais dificuldade? Por quê?

6. Você já estudou física dessa maneira (usando um ambiente virtual de aprendizagem)? Sim. Não.

7. Você acredita que estudando dessa maneira (usando um ambiente virtual de aprendizagem) você aprende mais? Por quê?

8. Faça uma avaliação de você mesmo nesse curso. Qual é a nota (de zero a dez) que você se daria? Por quê?

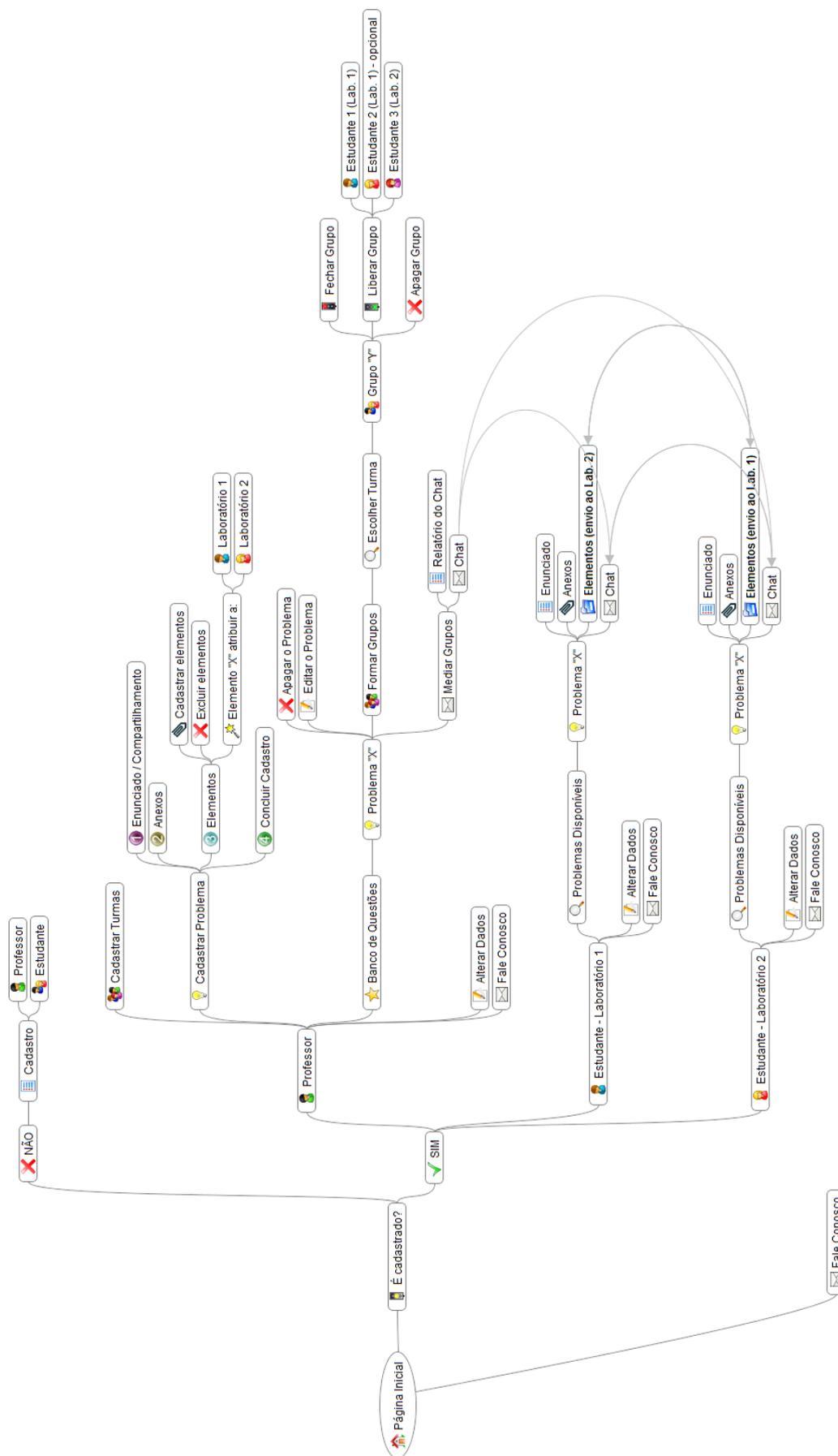
9. Qual é a nota que você dá para o curso (de zero a dez)? Por quê?

10. O que você acha que pode ser feito para melhorar o curso?

11. Como foram as interações no ambiente? Elas foram importantes para a resolução dos problemas propostos?

12. O que você acha que pode ser feito para melhorar o Ambiente Virtual de Aprendizagem (LAFIS)?

ANEXO I – Fluxograma do LAFIS



ANEXO J

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA1 – Estudantes A1 e A2

[04/12/13 - 7:30] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A1] woohoooo aniversário do A10

[04/12/13 - 7:33] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - A2] ciao

[LAB 2 - A2] ciao sfiggi

[LAB 1 - A1] A2!!!!

[LAB 1 - A1] nao fala italiano

[LAB 2 - A2] ciao sfiggi

[LAB 1 - A1] A2 faz ai a conta

[LAB 2 - A2] gne gne

[LAB 2 - A2] gne gne

[LAB 2 - A2] se vuoi che ti parli in italiano basta chiedere :)

[LAB 2 - A2] se vuoi che ti parli in italiano basta chiedere :)

[LAB 2 - A2] so sozinha

[LAB 2 - A2] *sozinha* :)

[LAB 2 - A2] *sozinha* :)

[LAB 2 - A2] io

[LAB 2 - A2] io

[LAB 2 - A2] io l

[LAB 2 - A2] io lo so che non sono solo anche quando son

[LAB 2 - A2] i

[LAB 2 - A2] io lo so che non sono solo anche quando sono solo

[LAB 2 - A2] io lo so che non sono solo anche quando sono solo

[LAB 2 - A2] io lo so che non sono solo anche quando sono solo

[LAB 1 - A1] vamos la entaum,

[LAB 1 - A1] A)

[LAB 1 - A1] pelos meus calculos deu 12

[LAB 1 - A1] B) hummmm , érr 4

[LAB 1 - A1] c) naum consegui

[LAB 2 - A2] a) 0,8 m

[LAB 2 - A2] B) 0,2 m

[LAB 1 - A1] ataaa

[LAB 1 - A1] eu esqueci de um numero aqui

[LAB 2 - A2] C) 5 s

[LAB 1 - A1] mais deu isso mesmo

[LAB 2 - A2] D) 0,2 s

[LAB 2 - A2] E) 250 s

[LAB 1 - A1] minhas contas estavam esrradas

[LAB 1 - A1] maios eu ja arrumei

[LAB 2 - A2] A10 é scemo

[LAB 2 - A2] TANTI AUGURIIIIII!!!!

[LAB 2 - A2] BUON COMPLEANNO!

[LAB 2 - A2] Tiriamogli le orecchie!

[PROFESSOR] A1 e A2, verifiquem se as unidades de frequência e período estão corretas...

[LAB 2 - A2] frequência 5 hz

[PROFESSOR] Concorda A1?

[04/12/13 - 8:32] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 8:39] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A1] hummm , perai

ANEXO K

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA2 – Estudantes A3 e A4

[04/12/13 - 7:30] *Abre Laboratório 1*

[04/12/13 - 7:30] *Abre Laboratório 2*

[LAB 1 - A3] oii

[LAB 2 - A4] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - A3] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 2 - A4] (y)

[LAB 1 - A3] (y)

[LAB 2 - A4] passa comprimento de onda

[LAB 2 - A4] A3!!!!!!!!!!!!!!!

[LAB 2 - A4] óh, comprimento de onda: 80cm

[LAB 2 - A4] amplitude: 20m

[LAB 2 - A4] frequencia: 5hz

[LAB 1 - A3] oii

[LAB 1 - A3] $t=0,2$

[LAB 1 - A3] o tempo necessário é 250s

[LAB 2 - A4] 0

[LAB 2 - A4] (y)

[PROFESSOR] A amplitude é 20 metros mesmo?

[PROFESSOR] Como calcularam a frequência e o período?

[PROFESSOR] ???

[04/12/13 - 8:42] *Fecha Laboratório 1*

ANEXO L

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA3 – Estudantes A5 e A6

[04/12/13 - 7:30] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:40] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A5] conseguiram resolver?

[LAB 1 - A5] tem como alguém me manda a figura

[LAB 1 - A5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[PROFESSOR] A6, você precisa enviar a figura para o outro laboratório.

[LAB 1 - A5] axo q veio trocada essas msg hein...*-*

[PROFESSOR] Como assim A5?

[LAB 1 - A5] nada professor pq a msg q veio pra mim tava escrito A6

[LAB 1 - A5] A10 VC TA ONLINE?

ANEXO M

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA4 – Estudantes A7 e A8

[04/12/13 - 7:31] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - A8] Oie

[LAB 2 - A8] Oie

[04/12/13 - 7:33] *Abre Laboratório 1*

[04/12/13 - 7:33] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:33] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:33] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:33] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:33] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:33] *Fecha Laboratório 2*

[LAB 1 - A7] i aiii

[LAB 1 - A7] oi A1 AQI

[04/12/13 - 7:45] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:45] *Fecha Laboratório 2*

[LAB 1 - A7] NÃO MANDEI VÇ SER FEIO PRA NINQUEM TI QUERE VAI MORA LA NO MATO PRA ONÇA TII COMEEE

[LAB 1 - A7] KKKKK ALQUEM ME RESPONDE

[LAB 2 - A8] A7 vc sabe alguma coisa

[LAB 2 - A8] A7 vc sabe alguma coisa

[LAB 2 - A8] A7 vc sabe alguma coisa

[04/12/13 - 7:50] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:50] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:52] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:53] *Abre Laboratório 2*

[LAB 1 - A7] TO FZDUU OS CALCULOS DAI PSS A RESPOSTA

[LAB 1 - A7] .

[PROFESSOR] A8, você precisa enviar a figura para o laboratório do A7

[PROFESSOR] A7, você precisa enviar as equações para a A8

[LAB 2 - A8] http://www.floreespinho.com.br/lafis/elementos.asp?id_problema=82&lab=2&id_grupo=259&elemento=59&id=133&acao=True

[PROFESSOR] É só clicar sobre a figura, não precisa enviar o link.

[LAB 2 - A8] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - A7] t: s

[LAB 1 - A7] t:250 s

[LAB 1 - A7] s:1 km

[LAB 1 - A7] 5 hz

[LAB 1 - A7] 0.2 s

[PROFESSOR] Qual a resposta das questões (a) e (b)?

[04/12/13 - 8:35] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 8:36] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A7] comprimento da onda é 0,8

[LAB 1 - A7] amplitude é 0,2

ANEXO N

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA5 – Estudantes A9 e A10

[04/12/13 - 7:31] *Abre Laboratório 2*

[PROFESSOR] A17, está on-line?

[04/12/13 - 8:07] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A9] da um tapa na A2

[LAB 1 - A9] nao 5

[LAB 2 - A10] pronto0

[LAB 1 - A9] dá alt F4

[LAB 1 - A9] no jogo dela

[LAB 2 - A10] naao

[LAB 2 - A10] larga mao]

[LAB 1 - A9] porque

[LAB 2 - A10] ela tah jogando

[PROFESSOR] A9 e A10, vocês precisam trocar as figuras para conseguirem resolver o problema.

[PROFESSOR] A10, envie a figura da onda. A9, envie as equações ao A10.

[LAB 2 - A10]

[LAB 2 - A10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - A9] http://www.floreespinho.com.br/lafis/upload/onda_periodica_agua.png

[LAB 1 - A9] http://www.floreespinho.com.br/lafis/upload/onda_periodica_agua.png

[PROFESSOR] A9, para enviar a figura ou as equações é só clicar sobre elas...

[LAB 1 - A9] http://www.floreespinho.com.br/lafis/upload/onda_periodica_agua.png

ANEXO O

Problema da "Onda Periódica" (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA6 – Estudantes A11 e A12

[04/12/13 - 7:34] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - A12] Bom Dia Pessoal...
 [LAB 2 - A12] Bora fazer tarefa ? ;)
 [04/12/13 - 7:35] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - A12] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [04/12/13 - 7:38] *Abre Laboratório 2*
 [04/12/13 - 7:38] *Abre Laboratório 2*
 [04/12/13 - 7:38] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - A12] "O mundo se faz de homens e livros."
 [04/12/13 - 7:42] *Abre Laboratório 2*
 [04/12/13 - 7:45] *Abre Laboratório 2*
 [04/12/13 - 7:47] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - A12] O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário. :)
 [LAB 2 - A12] O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário. :)
 [LAB 2 - A12] quer depender do amor de alguém? depende do seu!
 [LAB 2 - A12] Alguém está vendo a minha mensagem ??
 [LAB 2 - A12] Alguém está vendo a minha mensagem ??
 [04/12/13 - 8:07] *Abre Laboratório 2*
 [04/12/13 - 8:09] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 1 - A11] kkkkkk tah eu e vc hehe
 [LAB 1 - A11] manda o barquinho ai
 [04/12/13 - 8:10] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - A11] aposto 100 dilmas q eu trmino antes q vc! hehehehe
 [LAB 1 - A11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - A11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda f$ ao LAB 2
 [LAB 1 - A11] qro d volta
 [LAB 1 - A11] rhum
 [LAB 1 - A11] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - A11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - A11] faz ae dai eu confiro os resultados aki
 [LAB 1 - A11] pdc é noix
 [LAB 1 - A11] demoro jaé
 [04/12/13 - 8:14] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - A11] q decepção vc nao era assim
 [04/12/13 - 8:14] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - A11] :C
 [LAB 1 - A11] fica fazendo trabalho d portugues na hora da aula d fisica
 [LAB 1 - A11] q sacanagi
 [LAB 1 - A11] :/
 [LAB 1 - A11] compra um lanche pra mim?
 [LAB 1 - A11] qro bala e qro coka
 [LAB 1 - A11] qro ir pra casa to super cansado
 [LAB 1 - A11] professor te pago 1000 dilmas se tu me liberar
 [LAB 2 - A12] kkkkkkkkkk
 [LAB 2 - A12] kkkkkkkkkkQuem q táh fazendo trabalho de portugues ???
[PROFESSOR] Pessoal, postem aqui as respostas que vocês encontraram.
 [LAB 1 - A11] affu :(sou alone vou me suicidar!
 [LAB 2 - A12] EU ??
 [04/12/13 - 8:16] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - A11] no no
 [LAB 1 - A11] a A12 da minha sala
 [LAB 1 - A11] nao te conheço

Continua...

Continuação...

[LAB 1 - A11] mas prazer sou o tata
 [LAB 1 - A11] :)
 [LAB 1 - A11] manda d volta as imaja
 [LAB 1 - A11] dai eu faço as duas primeiras e vc faz as duas segundas
 [LAB 1 - A11] fast fast fast fast
 [LAB 1 - A11] mdss larga mao do trabalho d portugues agora é aula de fisica
 [LAB 1 - A11] **A12!!!!!!! agora é fisica nao portugues**
 [LAB 1 - A11] vamos q vc tah com as imagens
 [LAB 1 - A11] Affu vamo fazer larga mao d portugues
 [04/12/13 - 8:31] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - A11] professor bate n ela aki
 [LAB 1 - A11] nao tm jeito esotu sozinho
 [LAB 1 - A11] estou*
 [LAB 1 - A11] poutz essa solidao esta me fazendo errar
 [LAB 1 - A11] tchau vou embora
 [LAB 1 - A11] nao qro mais fazer tbm
 [LAB 1 - A11] voltei
 [LAB 1 - A11] nussssssss vc ainda tah fazendo trabalho d portugues affu
 [LAB 1 - A11] tchau vou vazar de novo
 [LAB 1 - A11] rhummmmmmm
 [LAB 1 - A11] manda d voltaq as imaja antes d vc voltar pra portugues
 [LAB 1 - A11] vamos vamos vamos
 [LAB 1 - A11] #solitario
 [LAB 1 - A11] solitario surfista solitario surfista
 [LAB 1 - A11] to parecendo criança com verme na barriga
 [LAB 1 - A11] so na solidao
 [LAB 1 - A11] poutz nunca fiquei arrependido
 [LAB 1 - A11] essa é a primeira vez
 [LAB 1 - A11] eu nao devia ter mandado as imaja
 [LAB 1 - A11] naaaaaooooooooo
 [04/12/13 - 8:39] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - A11] nussa vai ficar vendo essas imagens feias mai ao invetz d estudar pra fisica
 [LAB 1 - A11] daki a poko aparece o professor e vm da uma putiada em noix
 [LAB 1 - A11] vamo A12 ele vqai surrar a gente
 [LAB 1 - A11] vai*
 [LAB 1 - A11] vish ferrou
 [LAB 1 - A11] corre corre
 [LAB 1 - A11] corre
 [LAB 1 - A11] corre
 [LAB 1 - A11] nuss A12 tou mt de cara

ANEXO P

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA7 – Estudantes A13 e A14

[04/12/13 - 7:32] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - A14] ooi

[04/12/13 - 7:32] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A13] e ae

[LAB 1 - A13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - A13] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - A13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2

[LAB 2 - A14] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[04/12/13 - 7:36] *Abre Laboratório 1*

[04/12/13 - 7:36] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:36] *Abre Laboratório 2*

[LAB 1 - A13] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[04/12/13 - 7:39] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A13] A14 tozoa

[04/12/13 - 7:45] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A13] e ae A14 ta de boa fazer ai ?

[LAB 1 - A13] e ae A14 ta de boa fazer ai ?

[LAB 2 - A14] A: 80 cm b:20m C :5Hz D:0,2s =

[LAB 2 - A14] A: 80 cm b:20m C :5Hz D:0,2s =

[LAB 2 - A14] A: 80 cm b:20m C :5Hz D:0,2s =

[LAB 2 - A14] =

[LAB 2 - A14] oi gostoso =

[LAB 2 - A14] oi gostoso =

[04/12/13 - 7:58] *Fecha Laboratório 1*

[LAB 2 - A14] E:250s =

[04/12/13 - 8:03] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 8:03] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 8:07] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 8:07] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 8:21] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 8:21] *Fecha Laboratório 2*

[PROFESSOR] A13, analise as respostas postadas pela A14...

[04/12/13 - 8:36] *Fecha Laboratório 2*

ANEXO Q

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA8 – Estudantes A15 e A16

[04/12/13 - 7:33] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - A16] bom dia

[LAB 2 - A16] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[PROFESSOR] A15, você está on-line?

[04/12/13 - 8:09] *Abre Laboratório 1*

[04/12/13 - 8:18] *Abre Laboratório 1*

[PROFESSOR] A15, você pode enviar as equações para a A24. Aguardo as respostas de vocês...

ANEXO R

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA9 – Estudantes A17 e A18

[04/12/13 - 7:39] *Abre Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:39] *Abre Laboratório 1*

[LAB 2 - A18] tem alguém

[LAB 2 - A18] tem alguém??

[LAB 1 - A17] sim

[LAB 2 - A18] naaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaao

[LAB 2 - A18] acredito vc é minha parceira.....

[LAB 2 - A18] me manda sua imagem do problema pf.

[LAB 2 - A18] A17

[04/12/13 - 7:46] *Fecha Laboratório 2*

[04/12/13 - 7:47] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - A18] A17!!!!!!!!!!!!!!!

[04/12/13 - 7:56] *Fecha Laboratório 1*

[04/12/13 - 7:56] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A17] kk :p

[LAB 1 - A17] kk :psei la q imagem é essa q vc ta falando

[LAB 1 - A17] kk :psei la q imagem é essa q vc ta falandoñ sei manda esse trem ñ

[04/12/13 - 7:59] *Fecha Laboratório 1*

[04/12/13 - 7:59] *Abre Laboratório 1*

[PROFESSOR] A18, clique na imagem para enviá-la ao outro laboratório!

[LAB 2 - A18] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[04/12/13 - 8:06] *Fecha Laboratório 1*

[04/12/13 - 8:06] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - A17] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[04/12/13 - 8:10] *Abre Laboratório 1*

[04/12/13 - 8:10] *Fecha Laboratório 1*

[PROFESSOR] A17, você pode reenviar a figura ao A18 e também pode enviar as equações...

[PROFESSOR] E então pessoal? To aguardando as respostas... Se tiverem alguma dúvida me perguntem...

[LAB 1 - A17] OI lindo !

[LAB 2 - A18] professor como eu calculo a amplitude da onda

[04/12/13 - 8:31] *Fecha Laboratório 1*

[04/12/13 - 8:36] *Abre Laboratório 1*

[04/12/13 - 8:37] *Fecha Laboratório 1*

[04/12/13 - 8:38] *Abre Laboratório 1*

[PROFESSOR] A amplitude é a distância do eixo horizontal da onda até a crista. Posta aí quantos centímetros você acha que vai ser a amplitude...

[LAB 2 - A18] 40cm

[04/12/13 - 8:39] *Fecha Laboratório 1*

[PROFESSOR] Essa medida que você fez é a distância da crista até o vale, certo?

[PROFESSOR] A amplitude é metade desse valor, que equivale à distância do meio da onda até a extremidade (crista ou vale).

[04/12/13 - 8:41] *Abre Laboratório 1*

[PROFESSOR] E o comprimento de onda?

[PROFESSOR] E o comprimento de onda?

[04/12/13 - 8:41] *Fecha Laboratório 1*

[LAB 2 - A18] 70cm

[LAB 2 - A18] entendi

[04/12/13 - 8:42] *Fecha Laboratório 2*

ANEXO S

Problema da “Onda Periódica” (CEJAR – Segunda Fase)

Grupo GA10 – Estudantes A19 e A20

[04/12/13 - 8:06] *Abre Laboratório 1*

[04/12/13 - 8:06] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - A20] eae A19 ;3

[LAB 1 – A19]ooi

[LAB 2 - A20] bora beja?

[LAB 2 - A20] poutz esqueci da pra verem

[LAB 2 - A20] mais dpois em casa tem hein hehe

[LAB 1 – A19]a) 80cm b) 20cm c) 5Hz d) 0,2s e) 250s

[LAB 2 - A20] f)eu e vc=55 filhos

[04/12/13 - 8:21] *Abre Laboratório 1*

[PROFESSOR] A20, faça uma análise dessas respostas obtidas pela A19...

[LAB 2 - A20] ta certo kkk

[LAB 2 - A20] irei analisar a partir do momento em que ela me passar as contas e a resolução completa do problema

ANEXO T

Problema da “Onda Periódica” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB1 – Estudantes B1 e B2

[13/12/13 - 13:38] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 13:38] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 1 - B1] awooo potencia
 [LAB 2 - B2] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 1 - B1] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B1] pronto
 [LAB 2 - B2] manda as equações!
 [LAB 1 - B1] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B1] manda pra mim d volta
 [LAB 1 - B1] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B2] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B2] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B1] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B1] a figura da onda
 [LAB 2 - B2] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 2 - B2] manda a figura d novo!
 [LAB 1 - B1] onde que é pra fazer os calculos
 [LAB 1 - B1] onde que é pra fazer os calculos???
 [LAB 2 - B2] nao tem onde fazer
 [PROFESSOR] *Pode ser no Word, papel, de cabeça...*
 [LAB 2 - B2] conta os quadradinhos pra saber o comprimento de onda
 [LAB 1 - B1] blz
 [LAB 1 - B1] blzpera ai
 [LAB 1 - B1] 0,8m
 [LAB 2 - B2] é isso aí
 [LAB 1 - B1] awooo potencia
 [LAB 2 - B2] kkkkkkk
 [LAB 1 - B1] o B9 q ta esculhambando aki
 [LAB 2 - B2] a C) é 5 Hz
 [LAB 1 - B1] a amplitude da onda é 2 cm ou 0,02m
 [LAB 2 - B2] acho q é 0,02m
 [LAB 1 - B1] a amplitude da onda é 20 cm ou 0,2m
 [LAB 2 - B2] manda a formula do T
 [LAB 1 - B1] $f=5\text{hz}$
 [LAB 1 - B1] $T=0,2$
 [LAB 1 - B1] $T=0,2\text{s}$
 [LAB 2 - B2] blz
 [LAB 2 - B2] a E) é 250?
 [LAB 1 - B1] e) $T=250\text{s}$
 [LAB 2 - B2] 250s*
 [LAB 1 - B1] simmm
 [LAB 2 - B2] blz
 [PROFESSOR] *Vocês acham que a amplitude vale quanto?*
 [LAB 1 - B1] professor a amplitude vale 20cm ou 0,2m
 [PROFESSOR] *Concorda B2?*
 [LAB 2 - B2] concordo pode ser os 2 valores!!!!!!!!!!!!!!
 [PROFESSOR] *Querem resolver outro problema?*
 [LAB 1 - B1] sim
 [PROFESSOR] *Vou deixar pra próxima aula pra dar tempo, ok!*
 [LAB 1 - B1] blz
 [LAB 1 - B1] blz
 [13/12/13 - 14:26] *Fecha Laboratório 1*

ANEXO U

Problema da “Onda Periódica” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB2 – Estudantes B3 e B4

[13/12/13 - 13:37] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - B3] pronto kkk

[13/12/13 - 13:39] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - B4] oooii

[LAB 1 - B3] ooi

[LAB 1 - B3] vc recebeu o gráfico?

[LAB 2 - B4] ahaam e vc?

[LAB 1 - B3] eu recebi só as formulas

[LAB 1 - B3] manda o grafico e eu mando as formulas blz?

[LAB 2 - B4] a) $8 \cdot 10 = 80$ cm o comprimento de onda

[LAB 2 - B4] susssa

[LAB 2 - B4] pera ae

[LAB 2 - B4] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - B3] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B3] pronto

[LAB 2 - B4] oh yeah, o q acha da letra A? ja respondi

[LAB 1 - B3] ta certo

[LAB 1 - B3] ta certovou responder a c

[LAB 2 - B4] Beleza, vouu ver as outras...respondi e me manda a figura dipois

[LAB 2 - B4] respondeu? :3

[LAB 1 - B3] c) $4/80 = 0.5$ harts

[LAB 1 - B3] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 1 - B3] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2

[LAB 1 - B3] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B3] pronto

[LAB 1 - B3] e) 0.69... h por regra de 3

[LAB 1 - B3] concorda cm as duas respostas?

[LAB 2 - B4] ei, ta errado sua B, eu achoo...a minha deu 2HZ ;)) a letra B deu 20 cm --> 2.10 e a D eu useei a frequência é igual o inverso do período e deu 0,5 s

[LAB 1 - B3] ta mas a b vc fez cm?

[LAB 1 - B3] a q eu fiz foi a c

[LAB 1 - B3] nao a b

[LAB 1 - B3] kkkkk

[LAB 2 - B4] eu seei, escrevi errado...mas a minha C deu 2HZ :3

[LAB 2 - B4] kkkkkkkkkk

[LAB 1 - B3] olha

[LAB 1 - B3] $V = \text{comprimento de onda} \cdot F$

[LAB 1 - B3] $4 = 0.8 \cdot f$

[LAB 1 - B3] $F = 4/0.8$

[LAB 1 - B3] $F = 5$

[LAB 1 - B3] ERREI MSM

[LAB 1 - B3] ERREI MSMNAS NAO DEU 2 TBM

[PROFESSOR] Qual a unidade de medida? $F = 5$?

[LAB 2 - B4] vc errou? '-'

[LAB 1 - B3] hz professor

[LAB 1 - B3] errei pq tinha esquecido de transformar

[LAB 1 - B3] o comprimento de onda

[LAB 1 - B3] mas agora acho q ta certo

[LAB 2 - B4] eu fiz pelas duas formas e deu resultado diferente

[LAB 2 - B4] vixii

[LAB 2 - B4] vixii eu errei

[13/12/13 - 13:59] *Fecha Laboratório 1*

Continua...

Continuação...

Grupo GB3 – Estudantes B5 e B6

[13/12/13 - 13:39] *Abre Laboratório 1*
 [13/12/13 - 13:39] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - B5] oi
 [LAB 2 - B6] oi
 [LAB 1 - B5] me manda a figura (:
 [LAB 1 - B5] eu te mando as fórmulas hahah
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda f$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B6] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 2 - B6] aai como resolve por aqui?
 [LAB 2 - B6] já mandei a figura
 [LAB 2 - B6] as formulas já estão aqui
 [LAB 1 - B5] a resposta da A é 8cm
 [LAB 1 - B5] 80cm*
 [LAB 1 - B5] a) 80cm
 [LAB 1 - B5] b) 20cm
 [LAB 2 - B6] ok
 [LAB 1 - B5] manda a fórmula para descobrir a frequencia
 [LAB 2 - B6] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda f$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B6] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B5] voce sabe fazer essa conta?
 [LAB 1 - B5] faz aí eu já fiz
 [LAB 1 - B5] faz aí eu já fiz resultado é 5HZ
 [LAB 2 - B6] ta pera aai
 [LAB 2 - B6] da frequencia?
 [LAB 1 - B5] c) 5HZ
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda f$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B6] acabou?
 [LAB 1 - B5] d) 0,2 segundos
 [LAB 1 - B5] tenta fazer a conta pra vc aprender!!!! hauheuhe
 [LAB 2 - B6] taa menino vou fazer aqui
 [LAB 1 - B5] kkkk ok
 [LAB 2 - B6] espera um poko
 [LAB 2 - B6] aai ta dificiil
 [LAB 1 - B5] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B5] a letra e acho que é 250 segundos
 [LAB 1 - B5] se em 0,2 segundo se desloca 0,8 metros
 [LAB 2 - B6] ta vou verificar
 [LAB 1 - B5] x segundos ela se desloca 1000 metros
 [LAB 1 - B5] daí faz a regra de 3
 [LAB 2 - B6] blz
 [LAB 2 - B6] ta certo deuu isso mesmo
 [LAB 1 - B5] ok
 [LAB 2 - B6] :)
 [PROFESSOR] Legal! Vamos resolver outro problema?
 [LAB 1 - B5] vamos (:
 [LAB 2 - B6] :p
 [13/12/13 - 14:26] *Fecha Laboratório 2*
 [PROFESSOR] Por conta do horário vou deixar pra próxima aula!
 [LAB 1 - B5] ok
 [13/12/13 - 14:27] *Fecha Laboratório 1*

Grupo GB4 – Estudantes B7 e B8

[13/12/13 - 13:38] *Abre Laboratório 1*
 [13/12/13 - 13:38] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - B8] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [13/12/13 - 13:39] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 2 - B8] o que apareceu ai??
 [LAB 2 - B8] respondee
 [LAB 1 - B7] Tudo, equação e gráfico
 [LAB 2 - B8] do barquinho ?
 [LAB 1 - B7] é
 [LAB 2 - B8] como que vai resolver ??
 [LAB 1 - B7] espera
 [13/12/13 - 13:43] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - B7] vc que q eu te mando a figura
 [LAB 1 - B7] ou as equações
 [LAB 2 - B8] tudo
 [LAB 2 - B8] tudopor favor
 [LAB 2 - B8] kkkkkkk
 [LAB 1 - B7] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B7] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B7] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B7] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B8] obrigada
 [LAB 1 - B7] recebeu?
 [LAB 2 - B8] uhummm
 [LAB 1 - B7] me manda as equações
 [LAB 2 - B8] $C = 80 \text{ cm}$
 [LAB 1 - B7] olha ae na imagem se o comprimento da onda é 80 cm
 [LAB 2 - B8] é sim
 [LAB 1 - B7] me manda a imagem
 [LAB 1 - B7] $A = 20 \text{ cm}$
 [LAB 2 - B8] uhuuum
 [LAB 1 - B7] $F = 5 \text{ hz}$
 [LAB 2 - B8] confere!
 [LAB 1 - B7] $T = 0,2 \text{ s}$
 [LAB 2 - B8] deixa eu responder tbm
 [LAB 1 - B7] e) 250 s
 [LAB 2 - B8] chato
 [LAB 1 - B7] kkkkk parei, o proximo vc responde bl? ;)
 [LAB 2 - B8] $f = 40 \text{ Hz}$
 [13/12/13 - 13:51] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 1 - B7] porque?
 [LAB 2 - B8] esquece..
 [LAB 1 - B7] $v = C \cdot o \cdot F$
 [LAB 1 - B7] $4 \text{ m/s} = 0,8 \cdot F$
 [LAB 2 - B8] I know
 [LAB 1 - B7] $f = 4/0,8$
 [LAB 1 - B7] $f = 5 \text{ hz}$
 [LAB 2 - B8] é que eu boiei mesmo
 [LAB 2 - B8] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 2 - B8] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B8] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B8] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

Continua...

Continuação...

[LAB 1 - B7] bl....kkk

[13/12/13 - 13:55] *Abre Laboratório 1*
[13/12/13 - 13:57] *Abre Laboratório 1*
[LAB 1 - B7] vc entendeu o C o kkk; comprimento de onda
[LAB 1 - B7] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B7] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B7] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - B7] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda f$ ao LAB 2
[LAB 2 - B8] tem mais algo pra fazer professor ?
[LAB 2 - B8] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B8] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B8] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 2 - B8] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda f$ ao LAB 1
[PROFESSOR] Sim... Um momento por favor.
[13/12/13 - 14:02] *Abre Laboratório 1*
[PROFESSOR] B8, por favor verifique se essas respostas que o B7 postou estão corretas...
[13/12/13 - 14:05] *Abre Laboratório 1*
[LAB 2 - B8] já verifiquei u.u
[13/12/13 - 14:07] *Abre Laboratório 1*
[LAB 1 - B7] u.u
[PROFESSOR] Legal! Vamos resolver outro problema?
[LAB 2 - B8] Bora!
[PROFESSOR] Por conta do horário fica pra próxima aula, ok?
[LAB 2 - B8] ok
[13/12/13 - 14:29] *Fecha Laboratório 2*
[13/12/13 - 21:28] *Abre Laboratório 1*
[13/12/13 - 21:28] *Fecha Laboratório 1*
[13/12/13 - 21:29] *Abre Laboratório 1*
[LAB 1 - B7] [Professor] O senhor só passará exercícios na aulas no laboratório?
[13/12/13 - 21:31] *Fecha Laboratório 1*

ANEXO X

Problema da “Onda Periódica” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB5 – Estudantes B9 e B10

[13/12/13 - 13:38] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 1 - B9] e aeh to com quem????
 [LAB 1 - B9] e aeh to com quem????
 [13/12/13 - 13:39] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - B10] comigo hahaha
 [LAB 1 - B9] humn blz
 [LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 2 - B10] oi profff
 [PROFESSOR] Olá
 [LAB 1 - B9] ou manda a formula do comprimento de onda de volta
 [LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B9] manda todas as equações
 [LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B10] comprimento de onda é 80
 [LAB 2 - B10] comprimento de onda é 80cm
 [LAB 2 - B10] amplitude igual a 20
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\lambda$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] manda a imagen
 [LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [PROFESSOR] B9, você concorda com essas respostas da B10?
 [LAB 1 - B9] o lambida e igual a 100cm ?? neah
 [LAB 1 - B9] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] e a amplitude 20cm
 [LAB 2 - B10] a mlambida é 80cm
 [LAB 1 - B9] manda a imagen de novo
 [LAB 2 - B10] frequencia igual a 5Hz
 [LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
 [LAB 1 - B9] a verdade
 [LAB 1 - B9] e frequencia e 5 hz
 [LAB 2 - B10] periodo 0.2 segundos
 [LAB 1 - B9] e frequencia e 5 hztbm
 [LAB 1 - B9] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
 [LAB 1 - B9] manda a fórmula do periodo
 [LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
 [LAB 1 - B9] $T=0,2$
 [LAB 1 - B9] $T=0,2???$
 [LAB 1 - B9] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
 [LAB 2 - B10] a letra E vai ser 250 s
 [LAB 2 - B10] eu acho
 [LAB 2 - B10] vc já fez??
 [LAB 2 - B10] me responda.....
 [LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
 [LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

Continua...
 Continuação...

[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 2
[LAB 1 - B9] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2
[LAB 1 - B9] sim msm 250s
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \cdot f$ ao LAB 1
[LAB 2 - B10] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1
[LAB 2 - B10] fica com vc
[LAB 2 - B10] kkk]
[LAB 2 - B10] kkk]
[LAB 1 - B9] blz
[LAB 1 - B9] o professor a amplitude e 20 cm ??? ai =0,2m
[PROFESSOR] B10, concorda com esses valores para a amplitude?
[LAB 2 - B10] sim
[PROFESSOR] Muito bem! Vamos resolver outro problema?
[LAB 2 - B10] sim, vamos :)
[PROFESSOR] Por conta do horário fica pra próxima aula, ok?
[13/12/13 - 14:28] Fecha Laboratório 1

ANEXO Y

Problema da “Onda Periódica” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB6 – Estudantes B11 e B12

[13/12/13 - 13:38] Abre Laboratório 2

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 2

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 2

[13/12/13 - 13:39] Abre Laboratório 1

[13/12/13 - 13:40] Abre Laboratório 1

[13/12/13 - 13:40] Abre Laboratório 1

[LAB 1 - B11] oi

[LAB 1 - B11] oiioieeeee

[LAB 2 - B12] oiii

[LAB 2 - B12] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - B11] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 2 - B12] o comprimento da onda é 80 m

[LAB 2 - B12] ?

[LAB 1 - B11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 2 - B12] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - B11] pera ai vou ver

[LAB 2 - B12] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

[PROFESSOR] B11, concorda que o comprimento de onda é 80 cm?

[LAB 1 - B11] concordo :)

[LAB 1 - B11] concordo :)

[LAB 1 - B11] é 80 fer :)

[LAB 1 - B11] A amplitude é 20

[LAB 1 - B11] ??

[LAB 2 - B12] nao

[LAB 1 - B11] pq nao ??

[LAB 2 - B12] to na duvida

[LAB 1 - B11] pq fer ??

[LAB 2 - B12] entao é 20

[LAB 1 - B11] pq fer ??é 20 sim pq é só contar os quadradinho (ate a metade)

[LAB 1 - B11] pq fer ??é 20 sim pq é só contar os quadradinho (ate a metade)de baixo para cima

[LAB 2 - B12] hum

[LAB 1 - B11] fer vc entendeu ?

[LAB 2 - B12] sim

[LAB 1 - B11] a frequencia ?

[LAB 2 - B12] to fazendo a conta pera ai

[LAB 1 - B11] ta

[LAB 1 - B11] a frequencia é 5hz

[PROFESSOR] Pessoal, qual a unidade de medida nas letras a e b?

[LAB 2 - B12] segundos

[LAB 1 - B11] a) 80 cm b) 20 cm c) 5 hz

[LAB 2 - B12] 5 hz

[LAB 2 - B12] mesmo

[LAB 1 - B11] agora vamos ver o periodo

[LAB 2 - B12] agora so falta a d

[LAB 2 - B12] e

[LAB 2 - B12] vishi complico essas duas

[LAB 2 - B12] (:

[LAB 1 - B11] o periodo é 0.2 s

[LAB 2 - B12] hum

[LAB 1 - B11] conseguiu fazer ?

[LAB 2 - B12] vc sabe fazer e chulia

[PROFESSOR] B12, como a B11 chegou nesse valor para o período?

Continua...

Continuação...

[LAB 1 - B11] a ultima é 250 s ...

[LAB 1 - B11] tenta fazer a d) ae fer

[LAB 2 - B12] tah

[LAB 1 - B11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 2 - B12] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

[LAB 1 - B11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 1 - B11] conseguiu Fre ?

[LAB 1 - B11] Fer **

[LAB 1 - B11] assim fer usa a formula $V = \lambda / \text{PERIODO}$

[LAB 1 - B11] Ai voce substitui os valores

[LAB 1 - B11] a velocidade é 4m/s

[LAB 1 - B11] a velocidade é 4m/s a lambida é 0.8 pq voce passou para metros

[LAB 1 - B11] e o periodo voce quer axar

[LAB 1 - B11] agr é só substituir

[LAB 1 - B11] entendeu ?

[LAB 2 - B12] sim

[PROFESSOR] Boa explicação!

[LAB 2 - B12] da mesmo 0,2 s

[LAB 1 - B11] agr tenta fazer a e) fer

[LAB 2 - B12] ja fiz

[LAB 1 - B11] deu quantos ?

[LAB 2 - B12] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1

[LAB 2 - B12] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 1

[LAB 2 - B12] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

[LAB 1 - B11] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B11] B12 é a mesma equação que e letra d porque voce quer achar o periodo só que em outro espaço de comprimento

[LAB 1 - B11] ao inves de voce colocar 0.8 na lambida que é o comprimento

[LAB 1 - B11] voce poe o 1 km

[LAB 1 - B11] só que tenque transformar para metros

[LAB 1 - B11] por causa da velocidade que esta em m/s

[LAB 1 - B11] entao a velocidade é 4 a lambida é 1000(era 1 km)

[LAB 1 - B11] e o periodo voce quer axar

[LAB 1 - B11] agr substitui

[LAB 2 - B12] entendi

[LAB 1 - B11] e multiplica cruzado ae

[LAB 1 - B11] ok :)

[LAB 2 - B12] da 250 s

[LAB 1 - B11] isso ae :)

[LAB 2 - B12] acabo

[LAB 2 - B12] (:

[LAB 1 - B11] sim :)

[LAB 1 - B11] a) 80 cm b) 20 cm c) 5 hz d) 0,2 s e) 250 s

[PROFESSOR] Muito bem! Vamos resolver outro problema?

[LAB 1 - B11] nao professor chega kkk

[PROFESSOR] rrsrs

[PROFESSOR] Por conta do horário vou deixar pra próxima aula!

[LAB 1 - B11] ok :)

[13/12/13 - 14:26] Fecha Laboratório 2

[13/12/13 - 14:26] Fecha Laboratório 1

ANEXO Z

Problema da "Onda Periódica" (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB7 – Estudantes B13 e B14

[13/12/13 - 13:39] *Abre Laboratório 1*

[13/12/13 - 13:39] *Abre Laboratório 2*

[LAB 1 - B13] oii

[LAB 1 - B13] quem ta ai ?

[LAB 2 - B14] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - B13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 2 - B14] envie as equações

[LAB 1 - B13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})\cdot f$ ao LAB 2

[LAB 2 - B14] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1

[LAB 2 - B14] envie as equações

[LAB 1 - B13] $C = 80$ cm

[LAB 1 - B13] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B13] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B13] $A = 20$ cm

[LAB 1 - B13] recebeu as equações ??

[LAB 1 - B13] $f = 5$ Hz

[LAB 2 - B14] sim recebi.

[LAB 1 - B13] $T = 0,2$ s

[LAB 1 - B13] concorda com as minhas respostas ??

[LAB 2 - B14] estou respondendo para ver se bate as nossas respostas.

[LAB 1 - B13] ok

[LAB 2 - B14] B13 estou sem o gráfico me manda

[LAB 1 - B13] a) Comprimento = 80 cm ou 0,8 m b) Amplitude = 20 cm ou 0,2 m c) Frequência = 5 Hz d) $T = 0,2$ s e) $T = 250$ s

[LAB 1 - B13] me responde quando terminar ((:

[LAB 1 - B13] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 1 - B13] que grafico ??

[LAB 2 - B14] já localizei.

[PROFESSOR] B14, vai postando suas respostas pra gente ver se "bate" com as da B13, ok?

[LAB 2 - B14] B13 sim concordo com a sua resposta.

[LAB 2 - B14] comprimento de onda = 80 cm.

[LAB 2 - B14] a amplitude = 20 cm.

[LAB 1 - B13] ok, então

[LAB 2 - B14] a frequência = 5 hz

[LAB 2 - B14] período = 0,2s.

[LAB 2 - B14] período = 0,2s.

[PROFESSOR] Legal! Só falta a letra e B14!

[LAB 2 - B14] o tempo necessário é de 250s

[LAB 1 - B13] tudo certo professor !!!

[PROFESSOR] Parabéns a vocês!

[PROFESSOR] Vamos resolver outro problema?

[LAB 1 - B13] nãoooo :p

[PROFESSOR] rrsrs... Vamos sim, mas fica pra próxima aula!

[LAB 1 - B13] okeyy :D

[LAB 2 - B14] B13 até a próxima aula

[LAB 1 - B13] tchau até maais ((:

[13/12/13 - 14:25] *Fecha Laboratório 1*

ANEXO AA

Problema da “Onda Periódica” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB8 – Estudantes B15 e B16

[13/12/13 - 13:49] *Abre Laboratório 1*

[13/12/13 - 13:49] *Abre Laboratório 2*

[LAB 1 - B15] ooi?

[LAB 2 - B16] Hey

[LAB 2 - B16] A= 80 cm

[LAB 2 - B16] B= 20 cm

[LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2

[LAB 2 - B16] C = 50 Hz

[LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B15] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 2 - B16] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 2 - B16] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1

[LAB 1 - B15] manda as formulas

[LAB 2 - B16] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 1

[LAB 2 - B16] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

[LAB 1 - B15] c) 5 Htz

[PROFESSOR] A B16 postou que a frequência é 50Hz, então qual é o valor correto?

[LAB 1 - B15] d)0,2

[PROFESSOR] Qual a unidade nessa letra d B15?

[LAB 1 - B15] 0,2 s

[LAB 2 - B16] Errei ao digitar , 5 Hz

[LAB 1 - B15] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B15] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B15] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda}) \times f$ ao LAB 2

[LAB 2 - B16] T=250 s

[LAB 1 - B15] ^^

[PROFESSOR] Muito bem!

[PROFESSOR] Vamos resolver outro problema?

[13/12/13 - 14:26] *Fecha Laboratório 2*

[13/12/13 - 14:27] *Fecha Laboratório 1*

ANEXO BB

Problema da “Onda Periódica” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB9 – Estudantes B17 e B18

[13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 2

[LAB 2 - B18] oi '-'

[13/12/13 - 13:50] Fecha Laboratório 2

[13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 2

[13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 1

[LAB 1 - B17] ...

[13/12/13 - 13:50] Fecha Laboratório 2

[LAB 1 - B17] oi

[13/12/13 - 13:50] Abre Laboratório 2

[LAB 2 - B18] oi '-'

[LAB 1 - B17] manda a figura ae

[LAB 2 - B18] pera ae, to fazendo aqui rapidinho ae te mando

[LAB 1 - B17] mas eu tbm tenho q fazer !

[LAB 2 - B18] hahaha :P

[LAB 2 - B18] manda as formulas

[PROFESSOR] B18, posta as respostas que você encontrar pra depois a B17 ver se encontra os mesmos valores, ok?

[LAB 1 - B17] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B17] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 2

[LAB 1 - B17] oi professor !

[LAB 2 - B18] ok

[LAB 2 - B18] a) 80 cm ou 0,8 m

[LAB 1 - B17] oh B18 manda a imagem !

[LAB 2 - B18] b) 20 cm ou 0,2 m

[LAB 2 - B18] c) 5 Hz

[LAB 2 - B18] d) 0,2 s

[LAB 2 - B18] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 2 - B18] e) 250 m

[LAB 2 - B18] Envia Equação $v = (\text{comprimento de onda})/T$ ao LAB 1

[LAB 2 - B18] Envia Equação $f = 1/T$ ao LAB 1

[LAB 1 - B17] a letra e deu 250 s

[LAB 2 - B18] é

[LAB 2 - B18] escrevi errado

[LAB 2 - B18] e.e

[LAB 1 - B17] rrsrrs >>

[LAB 1 - B17] rrsrrs >>

[LAB 1 - B17] ,rrsrrs >

[LAB 2 - B18] vish '-'

[LAB 2 - B18] '-'

[LAB 1 - B17] acabou ja ?

[LAB 2 - B18] '-'

[LAB 1 - B17] acabou ja ?

[PROFESSOR] B17, veja se chega nas mesmas respostas do B18 ok?

[LAB 2 - B18] sim '-'

[LAB 1 - B17] chegou sim professor ! e agr?

[LAB 2 - B18] Professor, tem alguma coisa mais pra fazer?

[LAB 2 - B18] '-'

[LAB 1 - B17] é professor..tem mais alguma coisa?

[LAB 2 - B18]

[13/12/13 - 14:04] Fecha Laboratório 2

[13/12/13 - 14:04] Abre Laboratório 2

[13/12/13 - 14:04] Fecha Laboratório 1

Continua...
Continuação...

[13/12/13 - 14:04] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 2 - B18] '-'
 [13/12/13 - 14:04] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:04] *Fecha Laboratório 1*
 [13/12/13 - 14:04] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:04] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 1 - B17] cade o laboratorio 2?
 [13/12/13 - 14:05] *Fecha Laboratório 1*
 [13/12/13 - 14:05] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 2 - B18] :|
 [LAB 1 - B17] e ae B18 blee?
 [LAB 1 - B17] 3
 [LAB 2 - B18] blz
 [13/12/13 - 14:08] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:08] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - B17] :p
 [LAB 2 - B18] ^^
 [13/12/13 - 14:10] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:10] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:10] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:10] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:10] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 1 - B17] B18 qndo é a prova do roberto ?
 [LAB 2 - B18] sei la '-'
 [LAB 2 - B18] sei la '-'
[PROFESSOR] B17, está aí?
 [13/12/13 - 14:12] *Fecha Laboratório 1*
 [13/12/13 - 14:12] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 1 - B17] fala prof
 [13/12/13 - 14:12] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:12] *Abre Laboratório 2*
[PROFESSOR] Vocês tem certeza da unidade de medida da letra e?
 [LAB 2 - B18] e) 250 s
 [LAB 2 - B18] '-'
 [LAB 1 - B17] sim pq o tempo é dado em segundos
 [13/12/13 - 14:13] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:13] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:13] *Fecha Laboratório 1*
 [13/12/13 - 14:13] *Abre Laboratório 1*
 [13/12/13 - 14:14] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:14] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:14] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:14] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:14] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:14] *Abre Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:15] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:15] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - B18]
 [13/12/13 - 14:19] *Fecha Laboratório 2*
 [13/12/13 - 14:19] *Abre Laboratório 2*
[PROFESSOR] B17, ele tinha postado 250m mas depois corrigiu para 250s
 [LAB 2 - B18] e.e
 [LAB 1 - B17] ah sim ! :p
[PROFESSOR] Muito bem!
[PROFESSOR] Vamos resolver outro problema?
 [LAB 2 - B18] manda
 [LAB 2 - B18] u.u
 [13/12/13 - 14:22] *Fecha Laboratório 2*

Continua...
 Continuação...

[13/12/13 - 14:22] *Abre Laboratório 2*

[13/12/13 - 14:22] *Fecha Laboratório 2*

[13/12/13 - 14:22] *Abre Laboratório 2*

[13/12/13 - 14:22] *Fecha Laboratório 2*

[13/12/13 - 14:23] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - B18] mas vai dar tempo? '-'

[LAB 1 - B17] ah prof ta acabando ja a aula !

[PROFESSOR] Não! Só queria saber se estavam animados! A gente resolve outro problema na próxima aula.

[LAB 1 - B17] pode ser prof! achei massa a aula :p

[LAB 2 - B18] KKKKKKKKKKKKKKKKKKK

[LAB 1 - B17] ta rindo doq B18 ?

[LAB 1 - B17] to indo bjos

[13/12/13 - 14:27] *Fecha Laboratório 1*

ANEXO CC

Problema da “Onda Periódica” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GB10 – Estudantes B19 e B20

[13/12/13 - 13:50] *Abre Laboratório 2*

[13/12/13 - 13:50] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - B19] ...

[LAB 2 - B20] Oii?

[LAB 1 - B19] oi!!!!

[LAB 2 - B20] vc ta com as formulas, néh?

[LAB 2 - B20] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - B19] sim

[LAB 1 - B19] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[LAB 2 - B20] OK, então

[LAB 2 - B20] a letra A é 8cm e a B é 2cm

[LAB 1 - B19] como faz para voltar nasequações

[LAB 2 - B20] nao sei, tbm não to sabendo mexer aki

[LAB 2 - B20] nao sei, tbm não to sabendo mexer aki

[LAB 1 - B19] manda o q eu te mandei

[LAB 1 - B19] manda o q eu te mandei

[LAB 1 - B19] de volta

[LAB 2 - B20] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 1 - B19] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 2

[PROFESSOR] Vocês podem ir postando as respostas, depois a outra colega faz a conferência...

[LAB 1 - B19] eu quero a onda

[LAB 2 - B20] Envia Figura (onda periódica na água) ao LAB 1

[LAB 2 - B20] foi agora?

[LAB 1 - B19] veio

[LAB 1 - B19] a e b corretas

[LAB 2 - B20] a frequencia é 50Hz

[LAB 1 - B19] qual formula vc usou

[LAB 2 - B20] desculpa, a letra A é 80cm e a B é 20cm

[LAB 2 - B20] desculpa, a letra A é 80cm e a B é 20cm

[LAB 2 - B20] desculpa, a letra A é 80cm e a B é 20cm

[LAB 2 - B20] a frequencia é 5Hz

[LAB 1 - B19] é verdade

[LAB 1 - B19] é verdade

[LAB 2 - B20] período é 0,2s

[LAB 2 - B20] letra E, acho q é 50s pra ele andar 1Km

[LAB 1 - B19] não sei fazer a E

[LAB 2 - B20] pera, acho q errei aki

[LAB 1 - B19] não é 250 s

[LAB 2 - B20] letra E é 250s ;)

[LAB 2 - B20] letra E é 250s ;)agora ta certo!

[LAB 2 - B20] Deu 4,1 minutos

[LAB 1 - B19] e agora será q tá certo

[LAB 2 - B20] terminamos (:

[LAB 2 - B20] acho q sim

[LAB 1 - B19] porque é 4,1

[LAB 1 - B19] como vc fez

[LAB 2 - B20] transformei os 250s em min, regra de 3

[LAB 2 - B20] entendeu?

[LAB 1 - B19] entendi

[PROFESSOR] A resposta pode ser em segundos mesmo, mas achei legal explicar como se transforma para minutos...

[PROFESSOR] Vamos resolver outro problema?

Continua...

Continuação...

[LAB 2 - B20] sim,)

[LAB 1 - B19] sim

[PROFESSOR] Gostei das interações de vocês... Por conta do horário vou deixar o próxima problema para a próxima aula!

[13/12/13 - 14:26] *Fecha Laboratório 2*

[13/12/13 - 14:27] *Fecha Laboratório 1*

ANEXO DD

Problema do “Apito” (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GC1 – Estudantes B1 E B2

[30/01/14 - 13:10] *Abre Laboratório 1*

[30/01/14 - 13:11] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - B1] oi

[LAB 1 - B2] oi

[PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!

[PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!

[LAB 1 - B2] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2

[LAB 2 - B1] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1

[LAB 1 - B2] vamos ter q achar a frequencia!

[LAB 2 - B1] sim sim

[LAB 1 - B2] vc entendeu isso: a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu s = 10^{-6}s$)

[LAB 2 - B1] esse T ai é de tempo???

[LAB 1 - B2] é

[LAB 1 - B2] ã

[LAB 2 - B1] manda a tabeloa ai

[LAB 1 - B2] é perio do da onda o T

[LAB 1 - B2] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2

[LAB 1 - B2] entendi

[LAB 1 - B2] o 10μ é metade do periodo

[LAB 1 - B2] na figura

[LAB 1 - B2] entao o periodo completo é 20μ

[LAB 2 - B1] sim sim

[LAB 2 - B1] ai é so faz a regra d 3

[LAB 2 - B1] q vai dar 2-8

[LAB 2 - B1] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1

[LAB 2 - B1] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1

[LAB 1 - B2] acho q é

[LAB 1 - B2] deu 50 000 Hz?

[PROFESSOR] Isso, o período é $20\mu s$.

[LAB 2 - B1] manda a tabeloa ai

[LAB 1 - B2] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2

[LAB 2 - B1] sim

[LAB 2 - B1] 50000Hz

[PROFESSOR] B2, que conta você fez para chegar nesse valor?

[LAB 1 - B2] $f=1/20 \cdot 10^{-6}$

[LAB 2 - B1] a resposta é a letra (d)

[LAB 2 - B1] porque o gato o intervalo de frequencia dele é de 60 -65.000

[LAB 1 - B2] é

[LAB 2 - B1] e do morcego é de 1000 -120.000

[LAB 2 - B1] a conta é $f=1/T$ onde T vale $20 \cdot 10^{-6}$

[LAB 1 - B2] é sim!

[LAB 2 - B1] ta certo professor???

[PROFESSOR] Vocês acharam que a resposta faz sentido?

[LAB 1 - B2] eu acho q sim!

[PROFESSOR] Por quê?

ANEXO EE

Problema do Apito (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GC2 – Estudantes B4 e B18

[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 1

[30/01/14 - 13:11] Abre Laboratório 2

[LAB 2 - B4] ooi

[LAB 1 - B18] oi '-'

[LAB 1 - B18] tu ta com alguma coisa ae?

[LAB 2 - B4] uhum, a tabela

[LAB 2 - B4] vou te mandar

[LAB 1 - B18] tbm to com uma, vou te mandar, depois tu me manda pra eu ver '-'

[LAB 1 - B18] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2

[PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!

[PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!

[LAB 2 - B4] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1

[LAB 1 - B18] tu conseguiu entender?

[LAB 2 - B4] ã mt e tuis?

[LAB 1 - B18] nao rs

[LAB 2 - B4] vixi... --?

[LAB 1 - B18] oxe '-? kkkkk

[LAB 2 - B4] auhsausauhsauhs

[LAB 1 - B18] professor? '-'

[PROFESSOR] Vejam:

[PROFESSOR] vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido.

[PROFESSOR] Para tanto o que será necessário calcular?

[LAB 2 - B4] humm...B18 vc ta com a tabela ai, e calcular a frequência?

[PROFESSOR] Isso mesmo, a frequência!

[PROFESSOR] Mas o que é necessário para calcular a frequência?

[LAB 2 - B4] O periodo, com o segundo gráfico né?

[LAB 1 - B18] acho q sim... o periodo está no gráfico q tu está...

[LAB 1 - B18] no caso, acho q é de 20 μ s, pq esse é o tempo q a onda demora pra dar um ciclo

[LAB 2 - B4] aham, quer q eu te mande? :)

[LAB 1 - B18] precisa nao :P

[LAB 2 - B4] e como tem tanta certeza?

[LAB 2 - B4] kkkkkk

[LAB 1 - B18] 1 μ s = 10⁻⁶ entao 20 μ s = 20⁻⁸ '-'

[LAB 1 - B18] pq eu ja vi o grafico e.e

[LAB 2 - B4] Opa, verdade! kkkkk Ta ligado ;)

[LAB 1 - B18] kkkk se nao for me corrige :v

[LAB 2 - B4] No, concordo contigo :3

[LAB 1 - B18] 20⁻⁸ = 0,00000002

[LAB 1 - B18] ai joga na formula q ele passou

[LAB 1 - B18] f = 1/t

[LAB 1 - B18] pera

[LAB 1 - B18] deu um numero muito grande, 50 000 000 '-'

[LAB 2 - B4] Eita, deve ser isso mesmo !! ^^

ANEXO FF

Problema do "Apito" (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GC3 – Estudantes B7 e B20

[30/01/14 - 13:11] *Abre Laboratório 2*

[30/01/14 - 13:11] *Abre Laboratório 1*

[LAB 2 - B7] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1

[PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!

[PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!

[LAB 1 - B20] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2

[LAB 2 - B7] Poderia me enviar o gráfico :)

[30/01/14 - 13:14] *Abre Laboratório 1*

[LAB 1 - B20] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2

[LAB 2 - B7] Olha ae se o t vai ser 20

[LAB 2 - B7] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1

[LAB 2 - B7] confere tmb se 10^{-6} é 0,000001

[LAB 1 - B20] em q vc fez?

[LAB 1 - B20] me manda a outra tabela

[LAB 2 - B7] ae a frequencia fica 50 000,audivel para o gato e morcego

[LAB 2 - B7] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1

[LAB 1 - B20] ainda não consegui entender o exercício :/

[PROFESSOR] B20, vocês precisam descobrir por quais animais o som desse apito poderá ser ouvido.

[PROFESSOR] Para tanto o que será necessário calcular?

[LAB 2 - B7] A frequência,que no caso no que eu fiz deu 50 000

[30/01/14 - 13:28] *Abre Laboratório 2*

[PROFESSOR] Que conta fizeram para dar 50.000Hz?

[LAB 2 - B7] $20 \cdot 10^{-6} = 0,00002$

[LAB 2 - B7] $f = 1/0,00002 = 50\ 000$

[30/01/14 - 13:30] *Abre Laboratório 2*

[30/01/14 - 13:31] *Abre Laboratório 2*

[30/01/14 - 13:32] *Abre Laboratório 2*

[LAB 2 - B7] B20, vc chego em outro resultado?

[30/01/14 - 13:35] *Fecha Laboratório 2*

[30/01/14 - 13:35] *Abre Laboratório 2*

[30/01/14 - 13:38] *Fecha Laboratório 2*

[30/01/14 - 13:38] *Abre Laboratório 2*

[PROFESSOR] Vocês acham que a resposta tem sentido fisico?

[LAB 2 - B7] sim,eu acho

[LAB 2 - B7] pela frequência sim

[LAB 1 - B20] acompanhei o resultado dele, o jeito que ele fez

ANEXO GG

Problema do "Apito" (IFMS – Segunda Fase)

Grupo GC4 – Estudantes B3 e B9

[30/01/14 - 13:11] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 1 - B3] oi
 [30/01/14 - 13:11] *Abre Laboratório 2*
 [LAB 2 - B9] e ai bibi
 [LAB 1 - B3] kkkkk
 [PROFESSOR] Pessoal, qualquer dúvida é só perguntar!
 [PROFESSOR] Vocês podem enviar o gráfico e a tabela um para o outro quantas vezes quiserem!
 [30/01/14 - 13:14] *Abre Laboratório 1*
 [LAB 2 - B9] o mane e eu e vc
 [LAB 2 - B9] vc tem a imagem ai
 [LAB 2 - B9] quer ver a tabela?
 [LAB 2 - B9] o le saporra
 [LAB 1 - B3] sim
 [LAB 1 - B3] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2
 [LAB 2 - B9] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
 [LAB 1 - B3] volta
 [LAB 1 - B3] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
 [LAB 1 - B3] manda de volta o grafico
 [LAB 2 - B9] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1
 [LAB 2 - B9] o professor nao estou entendendo essa tabela
 [LAB 2 - B9] quer dizer que o cachorro escuta de 15hz a 45,000hz entao seria um intervalo de 15-45000
 [PROFESSOR] A tabela mostra em quais intervalos de frequência esses seres vivos podem escutar.
 [PROFESSOR] C omo você disse, o cachorro escuta de 15Hz a 45.000Hz
 [LAB 1 - B3] manda a tabela
 [LAB 1 - B3] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 2
 [LAB 2 - B9] Envia Tabela Som Apito ao LAB 1
 [LAB 2 - B9] Envia Figura - Padrão Apito ao LAB 1
 [LAB 1 - B3] letra e
 [LAB 1 - B3] pq a frequencia do aito é 100000 hz
 [LAB 1 - B3] e o morcego escuta de 1000 a 120000 hz
 [LAB 1 - B3] apito*
 [LAB 2 - B9] sim manda a tabela p eu ver os animais ai
 [LAB 1 - B3] Envia Tabela Som Apito ao LAB 2
 [LAB 1 - B3] olha ai
 [LAB 2 - B9] quais escutam nessa faixa
 [LAB 1 - B3] to te flndo q é só o morcego
 [LAB 2 - B9] so morcegos entao
 [LAB 1 - B3] já
 [LAB 1 - B3] falei besta kkkkk
 [LAB 2 - B9] |||||
 [LAB 2 - B9] kkkk
 [LAB 2 - B9] tambem acho ze ruela
 [LAB 2 - B9] roela sei la kkk
 [LAB 2 - B9] so morcegos
 [LAB 1 - B3] afffs
 [LAB 2 - B9] aff :/
 [LAB 2 - B9] :p
 [LAB 1 - B3] epa errei
 [LAB 1 - B3] manda a tabela de volta
 [LAB 2 - B9] pera
 [LAB 2 - B9] manda ai essa q ta ai p eu ver
 [LAB 2 - B9] rápido

Continua...

