UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

MARCO AURÉLIO TUPINAMBÁ VIANA FILHO

Ensino de ciências para alunos surdos: aplicação de modelo qualitativo baseado em raciocínio qualitativo para alunos do Ensino Fundamental I

LORENA, SP

2016

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

MARCO AURÉLIO TUPINAMBÁ VIANA FILHO

Ensino de ciências para alunos surdos: aplicação de modelo qualitativo baseado em raciocínio qualitativo para alunos do Ensino Fundamental I

Dissertação apresentada a Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Graziela Zamponi.

Edição Reimpressa e Corrigida

LORENA, SP

Dezembro, 2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado da Escola de Engenharia de Lorena, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Viana Filho, Marco Aurélio Tupinambá
Ensino de ciências para alunos surdos: aplicação de modelo qualitativo baseado em raciocínio qualitativo para alunos do Ensino Fundamental I /
Marco Aurélio Tupinambá Viana Filho; orientadora Graziela Zamponi - ed.reimp., corr. - Lorena, 2016.
153p

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2016
Orientadora: Graziela Zamponi

1. Ensino de ciências.. 2.. Educação de surdos.. 3. Modelo qualitativo.. 4. Raciocínio qualitativo.. I.
Título. II. Zamponi, Graziela, orient.

À minha família, meus pais e meus irmãos, que sempre estiveram ao meu lado.

Aos estudantes surdos, indivíduos de grandes capacidades.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é fruto de desafios tanto meus como daqueles que participaram dele. Desde que participei do meu primeiro curso de LIBRAS me encantei com a cultura surda e me apropriei da busca incessante pelo reconhecimento e de um lugar de valor na educação. Dessa forma agradeço aqueles que caminharam junto a mim:

Aos meu pais, minha mãe Débora, sem ela não compreenderia o que é amor e principalmente o cuidado ao próximo, e meu pai Marco Aurélio, ao qual tenho muito orgulho de levar o nome. Obrigado por estarem ao meu lado tanto nos tempos de tempestade como aqueles de céu claro.

A professora Graziela Zamponi, minha orientadora, que me apoiou e me incentivou a dar continuidade ao trabalho, nos momentos de cansaço e dificuldade me mostrou caminhos e me foi uma verdadeira orientadora.

Aos alunos surdos participantes dessa pesquisa, e a professora interprete-tradutora Luciene, a Tia Lu, por fazerem todo esse desafio aqui escrito uma realidade.

As pessoas que estivem ao meu lado nessa caminhada e me apoiaram, meus irmãos Mariana e Matheus que nunca deixaram de me incentivar.

Aos meu amigos e companheiros, Nasser, Camila, Thais, Giovanna e Sthefanie.

A Escola Municipal de Guaratinguetá Prof. EMEF Professor José Benedito Averaldo Galhardo por ser parceira desse trabalho.

A Vida, grande professora enquanto passeamos por essa terra.

RESUMO

VIANA FILHO, M. A. T. **Ensino de ciências para alunos surdos:** aplicação de modelo qualitativo baseado em raciocínio qualitativo para alunos do Ensino Fundamental I. 2016. 153p. (Mestrado em Ciências) Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

A partir da promulgação da Resolução CNE/CEB Nº 2, de fevereiro de 2001, indivíduos surdos obtiveram a oportunidade de ser integrados à escola básica ao receberem acesso aos conteúdos curriculares presentes no Plano Nacional de Educação (PNE). Desde então vem se buscando metodologias que ofereçam uma educação que atenda a esses alunos de forma adequada, alicerçada não somente na linguagem verbal e escrita, mas também na primeira língua do surdo, a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Diante do desafio de propiciar o ensino, principalmente em ciências, algumas alternativas foram selecionadas a luz da Pedagogia Visual, que tem como principal alicerce o argumento de que indivíduos surdos apresentam uma capacidade visual muito além daquela possuída pelo indivíduo ouvinte. A primeira alternativa, denominada "Mapa Conceitual", se adéqua a Pedagogia Visual por sua estrutura em moldes de diagrama, porém ainda possui uma base muito ligada a linguagem escrita, o que dificulta o aprendizado em alunos que ainda não possuem uma fluência na língua portuguesa, ou seja, ainda não são bilíngues. Outra dificuldade se encontra nos primeiros anos do ensino fundamental, em que alunos surdos ingressantes não apresentam fluência nem mesmo em LIBRAS, mas exibem um sistema particular de sinais apoiados na visão. Esse déficit pode ser contornado pela segunda alternativa, denominada de "Modelo Qualitativo" baseado em Raciocínio Qualitativo (RQ). O modelo qualitativo além de apresentar uma base gráfica que atende a pedagogia visual, trabalha com modelos de causalidade, emulando um sistema da forma mais real possível para que o aluno o compreenda. Para a construção do modelo foi usado um simulador denominado de *DynaLearn*, desenvolvido com o objetivo de integrar o aprendizado do aluno por meio de modelos qualitativos. Para que isso aconteça foram (I) desenvolvidos modelos qualitativos sobre Poluição Humana baseados em RQ, por meio do software *DynaLearn*, que atendessem aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do 6º Ano do Ensino Fundamental, especificamente em relação ao ensino de ciências. Em seguida (II) o modelo foi aplicado no ensino de Ciências Naturais, em regime de contra turno, para uma turma de alunos surdos proficientes em LIBRAS, porém deficientes em Língua Portuguesa do Ensino Fundamental I, que posteriormente (III) teve seu aprendizado avaliado por meio de questionários e transcrições das aulas. Conclui-se que a aplicação do modelo qualitativo atingiu seus objetivos ao levar os alunos a desenvolverem o raciocínio qualitativo por meio da compreensão das relações causais, da mesma maneira que o software *DynaLearn* satisfaz os requisitos visualização requeridos pela Pedagogia Visual, destacando alguns pontos que podem melhorar devido ao público-alvo. Também foi observado que a aquisição de conceitos científicos pelos alunos apresenta relação íntima com seus sinais correspondentes.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Educação de surdos. Modelo qualitativo. Raciocínio qualitativo.

ABSTRACT

VIANA FILHO, M. A. T. **Science education for deaf students:** a qualitative model application based on qualitative reasoning for students from elementary school. 2016. 153p. (Master of Science) Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

Since the enactment of Resolution CNE/CEB No. 2, February 2001, deaf individuals had the opportunity to be integrated into the basic school to receive access to curriculum content present in the Plano Nacional de Educação (PNE). Since then has been seeking methodologies that provide an education that attends these students adequately grounded not only in verbal and written language, but also in the first language of the deaf, the Brazilian Sign Language (known as “Libras”). Faced with the challenge of providing education, especially in science, some alternatives were selected in view of Visual Education, whose main foundation the argument that deaf people have a visual capacity beyond that possessed by the individual listener. The first alternative, called "Concept Map" fits the Visual Pedagogy by your diagram templates structure, however still has a very connected based written language, which hinders learning in students who do not have fluency in Portuguese, that is, they are not bilingual. Another difficulty is in the early years of elementary school, where new deaf students do not have fluency even in “Libras”, but show a particular system of signs supported in the vision. This deficit can be overcome for the second alternative, called "Qualitative Model" based on Qualitative Reasoning (QR). The qualitative model besides presenting a graphical basis that meets the visual pedagogy, works with causal models, emulating a system more real as possible so that the student understands. For the construction of the model was used a simulator called *DynaLearn* developed with the aim of integrating student learning through qualitative models. To make it happen were (I) developed qualitative models on Human Pollution based in RQ, through the *DynaLearn* software, which met the National Curriculum Parameters (NCP) of the 6th year of elementary school, specifically in relation to science teaching. Then (II) the model was applied in the teaching of Natural Sciences, in counter-shift system, to a group of proficient deaf students in “Libras” but deficient in Portuguese of the elementary school, which later (III) had their learning assessed by through questionnaires and transcripts lessons. It is concluded that the application of qualitative model reached these objectives by bringing students to develop the qualitative reasoning by understanding the causal relationships in the same way that the *DynaLearn* software meets the requirements of view required by Visual Education, highlighting some points that can improve due to the target audience. It was also noted that the acquisition of scientific concepts by students presents a close relationship with their corresponding signals.

Keywords: Science Education. Deaf education. Qualitative model. Qualitative reasoning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Construção de um Mapa Conceitual. 16
Figura 2. Representação de um fragmento de modelo para alga. 20
Figura 3. Parte de um cenário de um modelo de poluição do lago. 36
Figura 4. Valor crescente indicado no espaço quantitativo de uma entidade. 36
Figura 5. Dependências entre as quantidades de um sistema. 37
Figura 6. Exemplo de um grafo de estado. 37
Figura 7. Fragmento de modelo de aquecimento global. 38
Figura 8. Mapa conceitual da construção de um modelo. 39
Figura 9. Abordagem de uma construção de um modelo qualitativo. 40
Figura 10. Princípios da pesquisa-ação. 44
Figura 11. Etapas da pesquisa. 49
Figura 12. Configuração de mão. 54
Figura 13. Criação de sinais específicos de informática. 55
Figura 14. Slide para a introdução do conteúdo. 58
Figura 15. Entidades do modelo. 59
Figura 16. Modelo Poluição da Água construído por meio do EA 2. 60
Figura 17. Simulação do modelo. 61
Figura 18. Modelo Causal gerado na simulação do cenário. 61
Figura 19. Slide para a introdução do conteúdo. 63
Figura 20. Entidades do modelo. 64
Figura 21. Modelo Poluição do Ar. 66
Figura 22. Simulação do modelo. 67
Figura 23. Modelo causal obtido pela simulação. 67
Figura 24. Slide para introdução do conteúdo. 69
Figura 25 -- Entidades do modelo. 70
Figura 26. Modelo de poluição do solo. 71
Figura 27. Simulação do modelo. 72
Figura 28. Modelo causal obtido com a simulação. 72
Figura 29. Modelo criado pelo Aluno 1. 83
Figura 30. Transição de conceitos e modelo construído pelo aluno. 84
Figura 31. Resposta da questão 1 do questionário de Poluição da Água. 87
Figura 32. Questão 1 do questionário de Poluição do Ar. 88
Figura 33. Resposta do Aluno 1 sobre a relação causal entre as quantidades ar limpo e peixe. 88
Figura 34. Resposta do Aluno 1 sobre a relação causal entre as quantidades esgoto e algas. 89
Figura 35. Resposta do Aluno 1 sobre as relações causais entre as quantidades. 89
Figura 36. Transição dos conceitos de acordo com a questão 1. 90
Figura 37. Resposta do Aluno 1 a pergunta a) da questão 2. 91
Figura 38. Transição de conceitos e modelo construído pelo aluno. 91
Figura 39. Conhecimento prévio dos alunos 2, 3 e 4 quanto aos tipos de poluição. 97
Figura 40. Resumo da aplicação na Aula de Poluição da Água. 102
Figura 41. Resumo da aplicação na Aula de Poluição do Ar. 105
Figura 42. Resumo da aplicação na Aula de Poluição do Solo. 108
Figura 43. Resposta do Aluno 3 a questão 1 do Questionário Poluição da Água. 109
Figura 44. Resposta do Aluno 3 a questão 2 do Questionário de Poluição da Água. 109
Figura 45. Resposta do Aluno 2 a questão 2 dos questionários. 110

Figura 46. Fragmento das respostas do Aluno 4 a segunda parte da questão 1. 111
Figura 47. Fragmentos das respostas do Aluno 4 a Questão 2..... 112
Figura 48. Resposta dos Alunos a pergunta d) da Questão 3 do Questionário de Poluição do Solo. 113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Identificação dos sujeitos. 46
Tabela 2. Entidades e suas configurações. 59
Tabela 3. Entidades com suas respectivas quantidades e espaços quantitativos. 59
Tabela 4. Estrutura da Simulação Poluição do ar..... 64
Tabela 5. Entidades com suas respectivas quantidades e espaços quantitativos. 65
Tabela 6. Entidade e suas configurações..... 70
Tabela 7. Quantidades e espaços quantitativos. 71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 A EDUCAÇÃO DO SURDO 23
2.1 Alguns fatos na história da educação do surdo 23
2.2 A educação do surdo no Brasil 25
2.3 A aquisição da linguagem pelos surdos 26
2.4 O Bilinguismo na educação do surdo 29
2.5 A importância das características visuais na educação do surdo 31
3 CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE RACIOCÍNIO QUALITATIVO E SUA APLICAÇÃO PEDAGÓGICA 33
3.1 O Modelo Qualitativo 33
3.2 Raciocínio Qualitativo e construção do Modelo Qualitativo 34
3.3 Detalhamento da construção do Modelo Qualitativo 39
4 METODOLOGIA 41
4.1 A Pesquisa-Ação 43
4.2 Local e Participantes da Pesquisa 45
4.2.1 Sujeitos da Pesquisa 46
4.2.2 Caracterização dos Alunos 47
4.3 Etapas da Pesquisa 49
4.3.1 Conteúdo para o 6º Ano do Ensino Fundamental 50
4.3.2 Levantamento do vocabulário específico de LIBRAS 52
4.4 Modelo de Poluição Humana 55
4.4.1 Aula de Poluição da Água 56
4.4.2 Aula de Poluição do Ar 62
4.4.3 Aula de Poluição do Solo 68
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 74
5.1 Análise das Aulas Aplicadas ao Aluno 1 74
5.1.1 Análise da aplicação dos conhecimentos prévios 74
5.1.2 Análise da aplicação do software *DynaLearn* 77
5.1.3 Análise do Questionário 86
5.2 Análise das Aulas Aplicadas aos Aluno 1, 2, e 3 92
5.2.1 Análise da aplicação do conhecimento prévio 93
5.2.2 Análise da aplicação do Software *DynaLearn*. 97
5.2.3 Análise do Questionário 108
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERPECTIVAS 114

REFERÊNCIAS 117
APENDICE A- Questionários 126
1. Poluição da Água 126
2.Poluição do Ar 127
3. Poluição do Solo 130
APÊNDICE B -Transcrição das Aulas 132
ANEXO A- DECLARAÇÃO 153

1 INTRODUÇÃO

Em 2001, o sistema de educação no Brasil com as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (BRASIL, 2001a) incluiu os alunos surdos nos grupos que apresentavam diferentes tipos de deficiências, entre elas, a dificuldade de comunicação, o que exigia sinalização diferenciada. Essa ação ofereceu a esses alunos a oportunidade de acesso aos conteúdos curriculares presentes do Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2001b) e, posteriormente, levou definitivamente à sua inclusão na sala de aula regular juntamente com seus, agora, colegas ouvintes. A medida tornou-se obrigatória a partir de 2002, com a Resolução CNE/CEB Nº 2, de 11 de Fevereiro de 2001 (BRASIL, 2001 c); sua implementação foi facultativa no período de transição entre a publicação da resolução e o dia 31 de dezembro de 2001 (BRASIL, 2001 b).

Com isso, lançou-se a tarefa de oferecer uma educação compreensiva nos moldes do aluno surdo que abrangesse conteúdos científicos e competências previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997). A oficialização da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) como língua oficial pela Lei nº 10.436/2002, regulamentada pelo Decreto nº 5.625/, que garante a educação bilíngue, (NEVES; ALBRES, 2013) e a inclusão de professor tradutor e intérprete da LIBRAS nas escolas, prevista na Lei nº 12.319 (GOÉS, 2012) foram as medidas iniciais adotadas para o processo de ensino-aprendizagem do aluno surdo.

Entretanto, essas medidas, ideais na sua concepção, encontraram obstáculos de diferentes ordens na sua aplicação no ensino. Entre eles, o descompasso entre a aquisição da LIBRAS – já que, de maneira geral, o aluno chega à escola sem dominar essa língua (SANTANA, 2007) – e a aquisição de conhecimentos científicos ministrados em sala de aula, formada, na maioria, por alunos ouvintes, que dominam a linguagem verbal na modalidade oral e escrita. Outro obstáculo diz respeito à barreira linguística provocada pela LIBRAS, que ainda não conta com terminologias especializadas na disciplina de Ciências (MARINHO, 2007; SOUSA; SILVEIRA, 2011), o que se torna um desafio imposto aos intérpretes (CORDOVA, 2009). Outro agravante é a inadequação de materiais didáticos, que utilizam apenas a língua portuguesa, linguagem de base áudio-verbal completamente distinta da LIBRAS, que possui uma base visual-gestual (SANTANA, 2007).

Essa particularidade linguística do surdo torna sua instrução muito complexa, levando-o a enfrentar diversas dificuldades na aquisição dos conceitos científicos, pois ela é

indissociável da linguagem, como aponta Vygotsky (1998). Segundo ele, o desenvolvimento cognitivo/conceitual, incluindo a construção das relações cognitivas, não pode ser compreendido sem a dimensão social, já que a organização de ideias e pensamentos se dá nas interações sociais. Essas interações se transfiguram em funções mentais, como o comportamento e pensamento, mediadas por instrumentos e signos (números, palavras, gestos, etc.). Desse modo, o domínio da linguagem se torna o mais importante fator para o desenvolvimento cognitivo e, por decorrência, do arcabouço conceitual da criança. Considerando-se esse quadro, fica clara a dificuldade da alfabetização científica da criança surda, pois é imprescindível o domínio de uma linguagem, no caso da LIBRAS , que, assim, assume um papel extremamente importante nesse processo (RESENDE, 2010; FELTRINI, 2009).

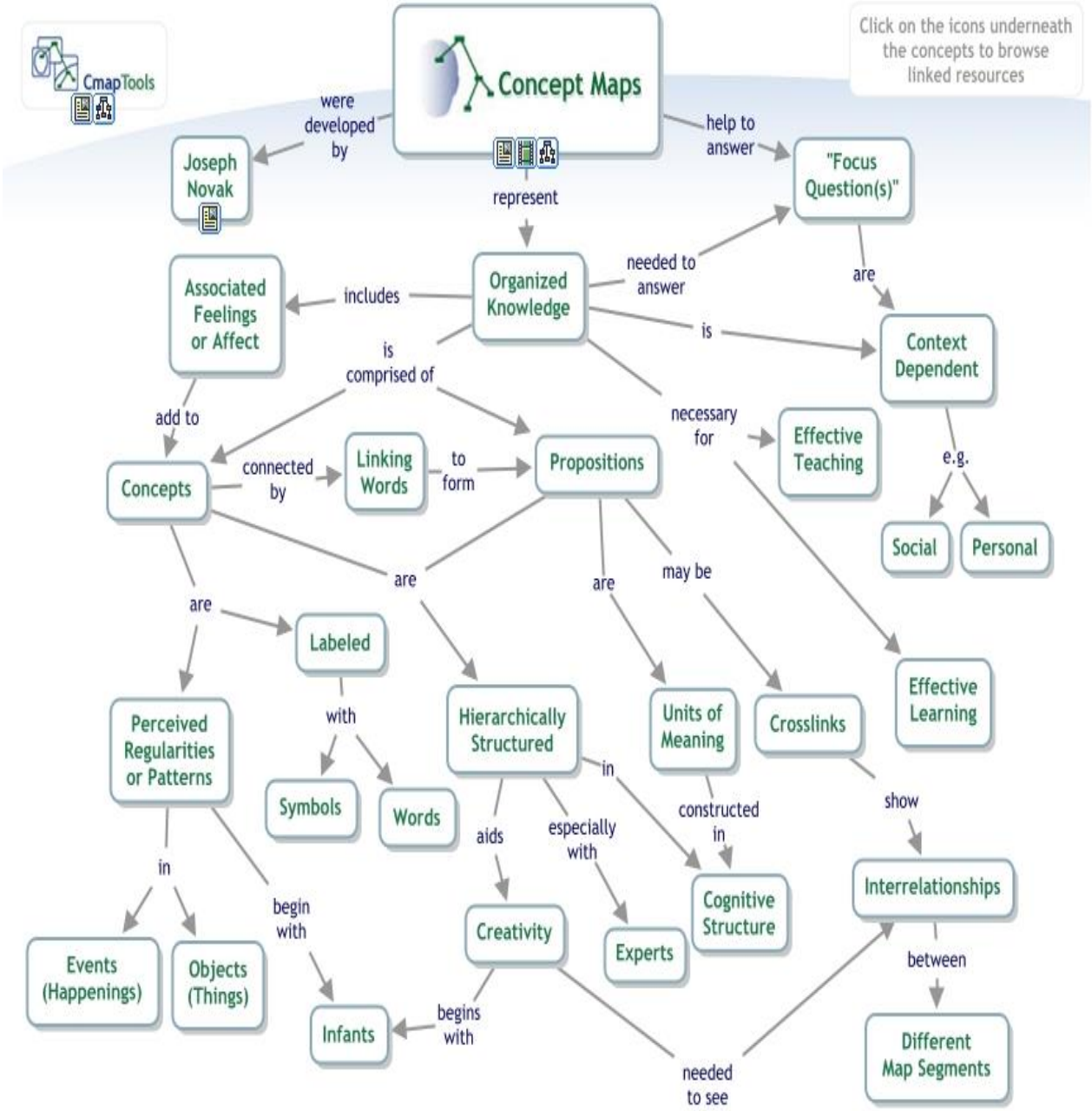
Diante desse desafio, iniciou-se a busca por uma alternativa que se adequasse a esse ambiente e eliminasse a barreira didática imposta pela linguagem. Diversos estudos (KELLMAN 2011; LACERDA, SANTOS; CAETANO, 2011; DIAS; PEDROSO, 2011, ALMEIDA, 2013), ancorados em pesquisas que demonstraram que indivíduos surdos apresentam uma capacidade visual superior à dos ouvintes (NEVILLE[1], 1990 apud FELTRINI, 2009), encontraram uma maneira de elaborar um método didático que possuísse esse apoio visual, denominado de Pedagogia Visual. Esse método consiste no uso de variados recursos visuais, juntamente com linguagem escrita e LIBRAS nos processos de ensino/aprendizagem (ALMEIDA, 2013). Ao mesmo passo, Mallmann e Geller (2011), adotando a Pedagogia Visual, apresentam uma ferramenta denominada Mapa Conceitual (MC), desenvolvido por Joseph D. Novak (MAGALHÃES, 2011), com o intuito de organizar conhecimentos na forma de conceitos, princípios-chave e proposições. Segundo Magalhães (2011), tal ferramenta é reconhecida mundialmente por seu valor cientifico, podendo ser empregada em todos os níveis de ensino principalmente na aprendizagem de ciência e tecnologia.

O mapa conceitual foi apropriado pela Pedagogia Visual, pois apresenta estrutura simbológica que consiste em conceitos organizados em caixas de textos (ocorrendo de forma variada) unidos por meio de palavras de ligação e linhas ou setas, assegurando, assim, o tipo de relação entre eles, como, por exemplo, a de causa/consequência (LACERDA; SANTOS;

[1] NEVILLE, H. J. Intermodal competition and compensantion in development: Evidence form studies of the visual system in congenitally deaf adults. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 608, p. 71-91, 1990.

CAETANO, 2011; MAGALHÃES, 2011). Desse modo, ele representa visualmente um panorama geral dos conceitos e relações estudadas, como mostra a Figura 1 desenvolvida por Joseph Novak por meio do software CmapTools [2] (NOVAK; CAÑAS, 2006).

Figura 1. Construção de um Mapa Conceitual.



Fonte: Novak; Cañas (2006)

2 Disponível gratuitamente em < http://cmap.ihmc.us/ >.

A Figura 1 mostra um exemplo de mapa conceitual que representa justamente a entidade **mapa conceitual**. Ele é organizado com dois tipos de primitivos: conceitos importantes (que incluem entidades) e relações. Tomemos a parte central/superior direita para a ilustração. Considerando que o componente fundamental de um MC é a proposição, que consiste de dois conceitos e seu relacionamento, encontramos uma rede de relações em uma organização hierárquica, com as seguintes proposições:

- **Mapas conceituais** *representam* **conhecimento organizado**
- **Mapas conceptuais** *ajudam a responder* **questões centrais**;
- **Conhecimento organizado** *é necessário para responder a* **questões centrais**.
- **Conhecimento organizado** *depende de* **contexto**
- **Questões centrais** *dependem de* **contexto**
- **Conhecimento organizado** *é necessário para* **ensino efetivo/verdadeiro**
- **Conhecimento organizado** *é necessário para* **aprendizagem efetiva/verdadeira**

Essa ferramenta é comumente usada como um organizador dos conceitos estudados, um articulador das ideias aprendidas a partir da leitura de texto verbal, com o qual o aluno tem seu primeiro contato e constitui o material convencional básico para a aprendizagem. (ALMEIDA, 2013; MALLMANN ;GELLER, 2011)

Assim, para que o uso do mapa conceitual seja efetivo, o aluno surdo deve apresentar pré-requisitos como o bilinguismo, que se apresenta na forma tanto de proficiência na língua escrita como na de língua de sinais. A ausência desse pré-requisito constitui um entrave na sua aprendizagem, principalmente nos primeiros anos do ensino fundamental, no qual as crianças estão em processo de aquisição da língua de sinais concomitantemente com a da língua escrita, já que, como destaca Santana (2007), a grande maioria das crianças ingressas são filhas de pais ouvintes e, por consequência, não têm contato com a LIBRAS desde sua tenra idade.

O déficit ainda é maior se considerarmos o quanto essas crianças não sabem sobre a linguagem verbal, em sua modalidade escrita e oral, extraordinária em seu cotidiano. Majoritariamente, essas crianças se comunicam pelo que se podem denominar sinais domésticos ou sinais esotéricos (TREVOORT[3], 1981 apud SANTANA, 2007). Em outras palavras, essas crianças se comunicam por meio de um sistema particular criado para interagir e participar do dia-a-dia de sua família, por meio da produção de gestos e mímicas,

[3] TREVOORT, R. T. Esoteric symnolism in the communication of young deaf children. **American Annals of the Deaf**. n. 106, a. 5, 1981, p. 436-80.

representações subjetivas de objetos e situações (SANTANA, 2007). A partir da interação social entre os pais e a criança, ela cria um status simbólico, pois, para que tome forma, um símbolo deve ser aceito por outrem e convencionalizado dentro de um determinado grupo que, nesse caso, é representado pela família. Esses gestos são interpretados e internalizados, criando uma interligação entre objeto e gesto, recurso que será usado no meio familiar até que a criança e seus familiares tenham contato com a língua de sinais e consequentemente com a convenção nacional, que lhe trará a forma "correta" do gesto, agora denominado "sinal", para designar objetos concretos e abstratos e suas relações.

Diante da limitação de o Mapa Conceitual atender às necessidades dessas crianças ingressantes nos primeiros anos do Ensino Fundamental, o recurso de modelagem, mais especificamente a qualitativa, pode ser uma alternativa como ferramenta didática para tal tarefa.

A palavra **modelo** tem como definição mais ampla a representação da natureza do mundo; usando poucas informações, o modelo proporciona apoio ao raciocínio, contribuindo, assim, para ampliar a compreensão dos fenômenos que nos cercam.

No raciocínio científico, a elaboração de modelos é central e possibilita a articulação do conhecimento. No entanto, como afirmam Bredweg e Forbus (2003), os formalismos de modelagem têm sido tradicionalmente associados a modelos quantitativos e matemáticos, com resultados numéricos, o que os torna inacessíveis a estudantes do ensino básico. Já os formalismos do raciocínio qualitativo permitem a apreensão do comportamento de um sistema por meio de conceitos, incluindo-se aí a noção de causalidade, central na ciência.

Bredweg e Forbus (2003) apontam dois motivos para a adoção da modelagem qualitativa na educação básica. Primeiramente, grande parte do que é ensinado em ciências no nível fundamental e médio se restringe ao âmbito dos conceitos por meio de teorias causais. O ensino de ciências tem por objetivo explicar o comportamento de um sistema e sua contribuição para a existência de entidades. Desse modo, o conhecimento é conceitual, sempre impelido a responder: *o que*, *porque*, *como* e *quando* na direção de entidades em relação, notadamente de causa/efeito: *o que afeta* e *o que é afetado*. Por exemplo, no que concerne ao ensino sobre o sistema circulatório (que pode ser chamado de **fenômeno** ou simplesmente **sistema**, na modelagem qualitativa), a anatomia dos órgãos é explicada pelo comportamento do sistema e das contribuições do comportamento desses elementos para a vida do organismo. Assim, deve-se considerar que qualquer alteração, seja um aumento de pressão sanguínea ou seja sua diminuição, afeta os componentes do sistema circulatório.

O segundo motivo pauta-se numa situação que parece ser bastante comum na educação, independentemente de onde ocorra os alunos memorizam fórmulas sem compreender princípios básicos, reclamação generalizada de professores. Isso poderia ser evitado se os princípios que governam um domínio (leis, mecanismos e relacionamentos causais) fossem dominados no nível qualitativo, propiciando a base para a compreensão dos fenômenos, o que pode ser oferecido pelos modelos qualitativos. Além disso, a modelagem qualitativa lança o alicerce para os tradicionais modelos matemáticos quantitativos, que poderão ser adquiridos no processo de aquisição de conhecimentos mais especializados. (BREDWEG; FORBUS, 2003)

Em suma, o ensino da ciência deve ser conceitual e consequentemente qualitativo, pois é preciso compreender primeiramente um princípio básico inerente a um fenômeno para depois quantificá-lo em forma de números e fórmulas. Revelar o funcionamento sobre entidades e processos de um fenômeno é um dos objetivos científicos principais do processo fenomenológico qualitativo. Seu progresso atingiu a novas formas de modelagem que descrevem as entidades e processos de formas conceituais, introduzindo noções naturais de causalidade que, por sua vez, são inerentes ao processo de modelagem. Os modelos matemáticos quantitativos necessitam de habilidade e um senso de quantidade para a compressão de muitas áreas do conhecimento; entretanto, os princípios que regem essas áreas necessitam ser dominados no nível qualitativo, uma vez que ele propicia um entendimento profundo e sólido, objetivo da própria educação.

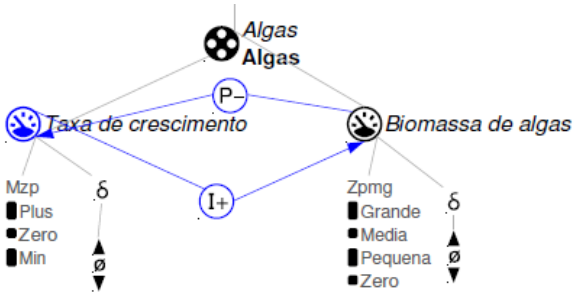
Desse modo, no ensino fundamental especificamente, o aluno deve ter seu primeiro contato com os conceitos científicos, tornando-se capaz de relacioná-los com o mundo em que vive. Nesse processo, os alunos são introduzidos no domínio dos fenômenos naturais, com foco nas relações de causalidade, apresentados em formas e perguntas como: *que tipo de coisas acontecem, quando acontecem* e *quais são as suas consequências* (BREDWEG; FORBUS, 2003; ARRUDA; BRANQUINHO; BUENO, 2006).

O Modelo Qualitativo (MQ) baseado em Raciocínio Qualitativo (RQ), uma área da Inteligência Artificial, torna-se uma ferramenta preciosa, pois além de caracterizar o sistema estudado com uma linguagem acessível, auxilia a compreensão na medida em que lida com o conhecimento conceitual. Aborda também conceitos relevantes ao retratar o sistema da forma mais verossímil possível, propiciando o entendimento de formas mais complexas e cruciais para a aprendizagem. Isto cria a possibilidade de abordar temas interessantes capazes de estimular a atenção dos alunos, criando um ambiente para a formulação e

construção de argumentos, o que permite desenvolver, desse modo, os processos de tomada de decisão e de solução de problemas.

O desenvolvimento do MQ propiciou novas abordagens por meio de softwares na educação cientifica, como o *DynaLearn*, usado nesta pesquisa. Ao incorporar representações dos elementos dentro do sistema modelado, criaram-se signos que facilitam a visualização, o que facilita a aprendizagem principalmente dos alunos surdos, como pode ser observado na Figura 2. Esse software, encontrado gratuitamente na internet, é produto do Projeto *DynaLearn*[4] aplicado em vários países, entre eles Brasil, Áustria, Inglaterra e Bulgária. O programa, tendo como abordagem pedagógica a aprendizagem por modelagem, explora um conjunto de padrões encontrados frequentemente em modelos científicos como forma de representar o conhecimento dominante (BREDWEG et al., 2006; SALLES et al, 2012). A ferramenta, além de se basear na modelagem conceitual do raciocínio qualitativo, une mais duas abordagens: o mapeamento de ontologias[5], que define os conhecimentos representados nos modelos e os agentes virtuais, facilitadores, com o intuito de resolver dúvidas, que aparecem em tela e interagem com os estudantes, criando uma aprendizagem lúdica e dinâmica. (FELTRINI, 2009; RESENDE, 2010). Um exemplo de representação gerada pelo simulador *DynaLearn* encontra-se na Figura 2.

Figura 2. Representação de um fragmento de modelo para alga.



sendo:

	conceito ou entidade de um sistema
	traços mutáveis da entidade
I+	*influências diretas*
P–	*proporcionalidades* (influências indiretas)

Fonte: Resende (2010).

4 Projeto FUB/Comissão das Comunidades Europeias, Processo nº 231526.

5 Modelo de dados que representa um conjunto de conceitos dentro de um domínio e os relacionamentos entre estes. Ontologias são utilizadas em inteligência artificial, web semântica, engenharia de software e arquitetura da informação, como uma forma de representação de conhecimento sobre o mundo ou alguma parte dele.

A Figura 2 representa o processo de crescimento das *algas* de um lago. A *taxa de crescimento* influência direta e positivamente (I+) a *biomassa de algas*, enquanto estaexerce uma influência indireta ou proporcionalidade negativa (P-), sobre a taxa de crescimento, já que o aumento de sua biomassa não depende exclusivamente de seu crescimento. Dito de outro modo, a taxa de crescimento aumenta a biomassa de algas até um limite, enquanto a biomassa, sendo maior, torna a taxa de crescimento menor, ou seja, quanto maior a biomassa de algas, menor a taxa de crescimento desses organismos. Esse tópico será visto com mais detalhes no capítulo 3.

O MQ apresenta o mínimo possível de palavras ou frases na língua escrita e se enquadra nos termos da pedagogia visual. Diferentemente do mapa conceitual, que integra uma das etapas do processo de modelagem, o modelo qualitativo construído pelo software é empregado como agente principal no aprendizado do aluno possibilitando a demonstração da relação de causa e consequência, distinguindo-se assim do primeiro, que apenas os representa.

No âmbito da educação de surdos, alguns trabalhos utilizando o software *DynaLearn* foram desenvolvidos (FELTRINI et al., 2009, RESENDE, 2010, SALLES et al., 2004; SALLES et al. 2011; SALLES et al., 2012) e demonstraram que a modelagem qualitativa baseada em RQ apresenta um grande potencial para se tornar uma ferramenta didática na aquisição de conceitos científicos, uma vez que pode desenvolver o raciocínio e ajudar o aluno a criar previsões e explicações sobre o comportamento de um sistema. No entanto, esses trabalhos têm como sujeitos da pesquisa alunos do ensino médio e/ou da graduação, não havendo nenhum dado sobre como essa abordagem se comporta em alunos surdos nos primeiros anos do Ensino Fundamental. Isso demonstra o interesse e a importância desta pesquisa que visa oferecer uma alternativa de aprendizagem de ciências para alunos dos anos iniciais da escolarização.

Considerando o exposto, esta pesquisa buscou propiciar a aprendizagem em ciências para crianças surdas nos primeiros anos do ensino fundamental, usando o modelo qualitativo por meio do desenvolvimento do raciocínio qualitativo e da compreensão das relações causais do sistema modelado.

Mais especificamente, o trabalho busca:

a) simular um modelo qualitativo baseado em RQ por meio do software *DynaLearn* do conteúdo de Poluição previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do 6º Ano do Ensino Fundamental;

b) aplicar esse modelo no ensino de ciências naturais para alunos surdos não bilíngues do Ensino Fundamental I
c) avaliar o aprendizado dos alunos por meio do modelo qualitativo desenvolvido.
d) analisar o desenvolvimento do Raciocínio Qualitativo segundo a compreensão das relações causais.

Esta dissertação está organizada em 4 capítulos, além da Introdução e das Considerações Finais. No primeiro capítulo, se discute sobre a educação dos surdos, fazendo um panorama histórico desde a antiguidade até seu processo de inclusão e os desafios da implementação de metodologias especificas na escola atualmente. No segundo capítulo as noções de modelo e do raciocínio qualitativo são delineadas em tópicos bem como a explicação do software *DynaLearn* usado nessa pesquisa. No terceiro capítulo, é apresentada a metodologia descrevendo o processo de como ela foi realizada. No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados.

2 A EDUCAÇÃO DO SURDO

Esse capítulo irá delinear em suas sessões o desenvolvimento e os desafios da educação do surdo, destacando o papel da linguagem, bem como sua formação no indivíduo surdo. Também iniciará uma discussão sobre o papel da escola e sua adequação as especificidades do aluno surdo.

2.1 Alguns fatos na história da educação do surdo

Historicamente, os surdos foram marcados pela exclusão, preconceito e tratamentos degradantes. Nascer surdo significava ser um pária da sociedade, uma vez que atrapalhava a comunicação e a interação com os outros indivíduos da sociedade, fator que era, e ainda é, cobrado por ela para o desenvolvimento das relações interpessoais e cognitivas (CRUZ, 2014)

Na Grécia antiga, nascer surdo, assim como com qualquer outra deficiência, era ser estigmatizado como incapaz e impossibilitado de ser educado aos moldes daquela sociedade. Skliar (1997) menciona que as palavras *surdo* e *mudo* eram representadas por *enéos* e *kofos*: a primeira se referia ao sentido de deficiência; a segunda representava qualidade de vazio, fealdade, ineficácia, que depois foi usada como referência a obtusidade, estupidez e deficiência psíquica. Essa concepção se deve ao fato de a filosofia grega apresentar como noção norteadora o pensamento desenvolvido somente por meio do palavreado articulado, entendendo a fala como instintiva, inata e não adquirida ou aprendida. Tal noção considerava uma insensatez a intenção de ensinar a falar aqueles que eram naturalmente incapazes de fazê-lo, como os surdos. Os romanos, juntamente com a cultura, arte e filosofia, também herdaram dos gregos essa concepção.

Na Idade Média, na percepção cristã, o surdo era visto como objeto de curiosidade da sociedade, não recebia comunhão, pois, segundo a crença, estava pagando algum pecado cometido pelos pais. Do mesmo modo que na antiguidade, o surdo não tinha direito à herança, uma vez que era considerado um ser sem alma; portanto, não era visto como pessoa. Por volta de 637 d. C, o bispo Jonh of Beverley obteve êxito no ensino da fala a um surdo,

porém o fato foi considerado um milagre e a Igreja, tomando para si todo o feito, nunca revelou a metodologia empregada.

Foi no final da Idade Média que os estudos sobre os indivíduos surdos se tornaram mais relevantes com a medicina, interessada em estudar esses casos, e a religião católica, caridosa aos menos afortunados e aqueles que recebiam a punição de Deus. Graças ao primeiro, houve uma mudança de paradigma no modo de tratar o surdo. Por meio das pesquisas chegou-se a concepção de que a compreensão da ideia não dependia da audição de palavras (HONORA; FRIZANCO, 2009). No século XVI Gerolamo Cardano, médico, matemático e astrólogo, afirmou que a surdez não atrapalhava a aquisição de conteúdos e que a escrita se se assemelhava aos sons da fala e das ideias do pensamento.

Ainda no século XVI o monge beneditino Pedro Ponce de Leon, na Espanha, desenvolveu a Língua de Sinais ao ser tutor de muitos surdos da corte espanhola. Monge em seu voto de silencio, se comunicava por sinais rudimentares com seus colegas e percebeu que os surdos faziam o mesmo. Os nobres preocupados que seus primeiros filhos surdos não tinham direito à herança, se não pudessem falar, enviavam-nos ao monge a fim de letrá-los para continuarem com seu legado. Muitos de seus alunos surdos foram pessoas importantes, pois dominavam as ciências bem como filosofia e história. (HONORA; FRIZANCO, 2009)

O padre espanhol Juan Pablo Bonet, em 1620, foi quem primeiro sistematizou os sinais em forma de um tratado a *Redação das Letras e Artes de Ensinar os Mudos a Falar*. Porém a língua de sinais era renegada ainda na sociedade sendo o método oralista mais indicado para educação do surdo durante o século XVII. Somente no século XVIII com o abade Charles-Michel de L'Epée, denominado o "pai dos surdos" que a língua de sinais começou a ser defendida. Educador filantrópico L'Epée aprendeu a língua dos surdos e compreendeu que ela era a base comunicativa essencial entre eles. Dessa forma criou o Instituto Nacional para Surdos-Mudos de Paris, a primeira escola pública do mundo para surdos. (HONORA; FRIZANCO, 2009)

O século XVIII foi promissor quando se trata da educação do surdo, porém nos séculos seguintes esse clima próspero foi abalado, tendo como estopim o II Congresso Mundial de Surdos-Mudos, em Milão. Nele diversos países, como a Estados Unidos, Suécia, Inglaterra, Bélgica, França, se reunirão para julgar a situação da educação dos surdos. Os 182 participantes, ao final, decidiram que o método oral deveria ser o único a ser aceito para a instrução dos surdos, pois considerava-se que as palavras tinham mais valia que os gestos, assim, a língua de sinais foi banida de qualquer instituição educadora do mundo. (MESERLIAN, VITALIANO, 2009).

Privados de sua língua natural os surdos viram sua educação passar por retrocesso de quase cem anos. Somente em 1970, com extensas pesquisas apontando que o método oralista foi um fracasso na instrução dos surdos a língua de sinais voltou a ser aceita, primeiramente na metodologia Comunicação Total[6] e posteriormente por meio do Bilinguismo[7] nas escolas. (MOURA; LODI; HARRISON, 1997).

Hoje, mais especificamente no Brasil, a inclusão do aluno surdo nas escolas regulares é debate quando se trata de seu aprendizado. Mesmo apresentando uma língua distinta da dos ouvintes, o surdo é capaz e tem o direito de se socializar.

2.2 A educação do surdo no Brasil

Para compreender a educação do surdo na atual política educacional há de se entender o espaço em que a Educação Especial está inserida. Anteriormente separados em instituições, escolas e classes especiais, em que a Educação Especial tinha seu alicerce, os deficientes passam a usufruir do direito de integrar o ensino regular a partir da Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (BRASIL, 1996), indicando que os sistemas de ensino devem assegurar aos alunos surdos currículo, métodos, recursos e organização específicos para atender às suas necessidades (BRASIL, 1996). A Educação Especial passa, então, a apresentar características complementares junto ao ensino regular, sendo reafirmada pelo Decreto nº 3.298 (BRASIL, 1999) que a define como modalidade transversal de todos os níveis e modalidades de ensino, da educação básica à superior passando por todas as áreas do conhecimento.

O deficiente, a partir das leis descritas, teria o direito a frequentar o ensino regular, porém não especificavam como tal processo poderia acontecer, nem como se daria a adequação dos deficientes em sala de aula. Esse empecilho foi contornado com a criação das Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (BRASI, 2001a) que deixava sob os cuidados da Educação Especial o atendimento educacional especializado complementar ou suplementar a escolarização. Juntamente com o Plano Nacional de

[6] Prática desenvolvida nos EUA que buscava utilizar toda e qualquer forma para se comunicar com a criança surda desde o alfabeto manual até expressões faciais, sempre acompanhados da fala.

[7] Metodologia que envolve o uso, concomitante, de duas línguas em um mesmo contexto educacional, no caso, a LIBRAS como primeira língua e a Língua Portuguesa como segunda língua.

Educação-PNE, Lei nº 10.172/2001 (BRASIL, 2001b), a Política Nacional de Educação abriu as portas e garantiu o direito a inclusão educacional de crianças deficientes em escolas de ensino normativo, tornando realidade o conhecimento igualitário para todos.

A inclusão de fato significa que o conhecimento seja aprendido pelo aluno independentemente de seu talento, deficiência, origem socioeconômica ou cultural, sendo a escola responsável por suprir todas as necessidades do aluno. Ao fazer parte do sistema de ensino a Educação Especial, exige da escola um ensino inclusivo e satisfatório, dando oportunidades equivalentes a todos os alunos, deficientes ou não. Não basta apenas reservar um lugar em sala de aula ao aluno deficiente e sim levá-lo a ter acesso ao currículo vigente (CAMPOS; SANTOS, 2013). Isso criou um desafio na educação de tais alunos.

As Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Nacional (2001a) dispõem que a forma que cada aluno terá acesso a informação curricular se distingue pela singularidade: o cego por meio do sistema Braille; o paralisado cerebral por meio da informática e o surdo, por meio da língua de sinal e da língua portuguesa. Este último, entretanto, não recebeu reconhecimento principalmente no que concerne à valorização da língua de sinais. A aceitação dos alunos surdos em escolas comuns não garantiu seu acesso aos conteúdos e principalmente ao processo de ensino/aprendizagem uma vez que não eram oferecidas possibilidades de desenvolvimento de sua própria linguagem, respeitando-a como sua primeira língua (CAMPOS; SANTOS, 2013). A especificidade no ensino do indivíduo surdo levou a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) a ser considerada língua oficial pela Lei nº 10.436/2002 (BRASIL, 2002) sendo regulamentada posteriormente pelo Decreto nº 5.625/2005 (BRASIL, 2005).

A educação de surdos é pauta de discussão há muito tempo, primeiro pela luta dessa parte da sociedade pelo reconhecimento da melhoria do ensino e segundo pela especificidade linguística, que não pode ser ignorada, exigindo cuidados e atenção especiais, principalmente, no que concerne as práticas educativas (CAMPOS; SANTOS, 2013).

2.3 A aquisição da linguagem pelos surdos

A linguagem pode ser definida como um sistema de comunicação natural ou artificial, humano ou não (QUADROS; SCHMILEDT, 2006). Um desses sistemas é língua,

um sistema com regras, altamente recursivo, que permite a geração de frases de caráter criativo e com infinitas possibilidades.

A linguagem ou a capacidade linguística no ser humano, para Chomsky[8] (1995 apud QUADROS; FINGER, 2007), deve ser compreendida como um componente mente/cérebro. Para ele o homem já nasce programado para desenvolver uma língua, o que é necessário para que isso ocorra são o que se denominam de *inputs* linguísticos[9]. A partir desse conceito é que se permite observar que os níveis dicotômicos da linguagem se inter-relacionam; tanto o nível social necessita da aquisição da linguagem como também essa aquisição não é atingida sem os estímulos sociais.

A linguagem no surdo é gerada primariamente por meio dos gestos, que não são exclusivos dos surdos, já que a gestualidade está presente na linguagem oral por meio das vocalizações. Desde criança o ser humano é sujeito ao gesto, seja ele fônico ou manual, por meio de balbucios manuais e vocais (SANTANA, 2007).

A aquisição de uma língua, segundo Quadros e Finger (2007), alicerçada nos estudos de Chomsky, passa por períodos e estágios, seja a criança surda ou ouvinte. Especificamente no primeiro caso, as etapas são divididas em:

- Período pré-linguístico
- Estágio de um sinal
- Estágio das primeiras combinações
- Estágio das múltiplas combinações

O período pré-linguístico se estende do nascimento ao início dos primeiros sinais. O balbucio é um fenômeno inerente a todos os bebês, surdos e ouvintes, e essa capacidade manifesta-se não só por meio de sons como também pelos sinais. Tanto o desenvolvimento manual como o oral acontecem paralelamente nos bebês surdos e ouvintes, a partir do momento em que os *inputs* são criados. No caso dos surdos, os *inputs* percebidos são os gestuais, o que favorece esse modo de balbucio. O *input* visual é, de forma orgânica, necessário para que o bebê passe para etapas posteriores no desenvolvimento da linguagem. O contato mãe e filho é de extrema importância nessa fase; aspectos como contato visual, as expressões faciais e o apontamento levam a produção de balbucios manuais mais relevantes para o desenvolvimento das habilidades linguísticas das crianças (QUADROS; KARNOPP, 2004; KONIG; LEMES, 2007).

---

[8] CHOMSKY, N. The minimalist program. Cambridge, MA: **MIT Press**, 1995.

9 Experiências ou estímulos linguísticos que a criança recebe de seu meio social (BORGES; SALOMÃO, 2003)

A partir desse desenvolvimento são observadas duas formas de balbucio: o manual silábico e a gesticulação. O primeiro apresenta combinações que fazem parte do sistema linguístico da língua de sinais; o segundo não apresenta organização interna. O aparecimento dos primeiros sinais que se inicia por volta dos 12 meses e segue até os 2 anos de idade dá início ao estágio de um sinal, delimitando os períodos pré-linguístico e linguístico. Esse período refere-se aos sinais formados pela criança baseados no padrão adulto, articulados em um contexto que possa ser compreendido pelos pais ou qualquer interlocutor com um significado concreto. A interação entre mãe e bebê não deixa de ser menos importante nesse estágio, evidenciando diferenças linguísticas entre mãe surdas e mãe ouvintes, na comunicação com seus filhos nos primeiros anos de vida. Mãe surdas misturam vocalizações e sinais a seus bebês surdos, porém a partir do *input* visual e da resposta da criança a esse estímulo, a mãe começa a usar mais sinais e a utilizar estratégias especificas de visualização. Ao contrário do que pode acontecer a uma mãe ouvinte, o uso de vocalizações é visto em maior frequência em detrimento aos estímulos visuais; soma-se a isso a percepção tardia da surdez do filho, pois a produção de gestos manuais tanto em bebês surdos quanto em ouvintes torna difícil a distinção entre o balbucio manual dos bebês ouvintes e o balbucio manual específico dos bebês surdos, o que ocasiona um déficit no período pré-linguístico, atrasando a formação do estágio de um sinal. (QUADROS; KARNOPP, 2004; KONIG, LEMES, 2007).

O estágio das primeiras combinações inicia-se aos 2 anos de idade. Como os sinais já apresentam um significado, a criança agora os ordena para perceber relações gramaticais. Na língua de sinais as crianças usarão um número pequeno de configurações de mão[10] sempre expressando fatos imediatos. Como as crianças ouvintes, as surdas apresentam dificuldades principalmente no sistema pronominal (eu, tu, ele, etc.), mesmo que os sinais sejam indicados no próprio corpo. Exemplo disso é a criança referir-se a si mesma apontando para outra pessoa. Isso assinala que a compreensão dos pronomes não é óbvia na Língua de Sinais. (QUADROS; KARNOPP, 2004). Também nessa fase observa-se o uso das expressões faciais como marcas de sentenças interrogativas assim como para o uso da negação.

Quando vocabulário da criança se amplia por volta dos 2 anos e meio a 3 anos, ela entra no estágio de múltiplas combinações, uma vez mais podendo cometer os mesmos erros

[10] Configurações de mãos formam um conjunto de unidades fonológicas mínimas das línguas de sinais (QUADROS; SCHMLEDT, 2006).

gramaticais na língua de sinais que uma criança ouvinte comete na língua oral. Nesse estágio a criança surda inicia o processo de distinções derivacionais, de expansão do vocabulário e da formação pronominal para indicar pessoas e objetos que não estejam presentes fisicamente no espaço onde ela se encontra. Elas tentam usar configurações mais complexas, acabando por expressar sinais de maneiras mais simples. O uso da direção dos movimentos, delineando os primeiros Classificadores[11] produzidos, é resultado da tentativa de indicar um objeto ou mesmo a sua trajetória. Dessa maneira esse aspecto se incorpora nos sinais e ajuda a criança surda a expressar ações. (QUADROS; PIZZIO, 2011.). Quadros e Karnopp (2004) relatam a importância da direção dos olhos e o papel do corpo na conversação e compreensão do que é dito, principalmente no relato de histórias. Com 6 e 7 anos a criança se comunica com qualquer pessoa mantendo uma conversação clara, podendo demonstrar seus pensamentos, suas opiniões por meio da articulação de sinais (QUADROS; CRUZ, 2011).

A aquisição como exposta até aqui só é possível quando a criança tem acesso ao outro surdo. Quando uma criança nasce em uma família de surdos, o desenvolvimento da língua de sinais seguindo todas suas etapas organicamente é bem provável, porém aquela que tem pais ouvintes pode apresentar um atraso na aquisição da sua língua materna. Dessa forma a escola torna-se o primeiro espaço em que a criança surda entra em contato com o Língua de Sinais, se estabelecendo como um espaço linguístico fundamental.

2.4 O Bilinguismo na educação do surdo

Numa sala de aula, a língua portuguesa toma majoritariamente seu espaço. O português é a principal língua nos ambientes educacionais e a sua modalidade escrita é parte intrínseca do cotidiano por meio de produções textuais distintas, incluindo-se aí as comunicações feitas pela internet, como nas redes sociais.

O ensino de português, especificamente o escrito, para alunos nas escolas, sejam elas estaduais, municipais ou particulares, ainda é direcionado aos alunos ouvintes.

Incluídos nesses ambientes, os alunos surdos são submetidos aos mesmos moldes e processos utilizados para os alunos ouvintes, que compreendem o português falado

[11] São sinais que utilizam um conjunto específico de configurações de mãos para representar objetos incorporando ações. Tais classificadores são gerais e independem dos sinais que identificam tais objetos, como exemplo o formato de uma bola que usa o Classificador “redondo” (QUADROS; SCHMLEDT, 2006).

(QUADROS; SCHMILEDT, 2006; FERNANDES; MOREIRA, 2014). Esse sistema causa problemas para a aprendizagem do aluno surdo, pois acaba desconsiderando a estrutura da LIBRAS, que apresenta peculiaridades como ausência de preposição e de morfemas flexionais verbais, por exemplo. Uma forma de superar esse problema foi a adoção da LIBRAS como primeira língua, reservando-se ao português o status de segunda língua; configurou-se, assim, uma situação de bilinguismo. Isso ocorreu graças à regulamentação da Língua de Brasileira de Sinais (BRASIL, 2002). E com as Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica (BRASIL, 2009), a educação bilíngue, ou o bilinguismo, foi implementada.

Segundo Quadros (2003) e Fernandes (2000), a educação bilíngue envolve duas línguas em um mesmo contexto educacional. Uma vez que a escola se detém do termo educação bilíngue, ela passa a assumir que as duas línguas coexistirão no espaço escolar, da mesma forma que ela estará acessível aos alunos no desenvolvimento das atividades escolares. A inclusão do bilinguismo no ambiente escolar agrega um novo passo para a inclusão dos alunos surdos, estabelecido pelo Decreto Federal nº 5626 em dezembro de 2005 (BRASIL, 2005) em que as escolas devem contar com profissionais especializados para o uso da LIBRAS no ambiente escolar, da mesma forma que deve usar metodologias que abranjam as necessidades dos alunos surdos dando base para a compreensão dos conteúdos curriculares em sala de aula. Isso exige um cuidado pedagógico que muitas vezes não parece estar presente no cotidiano da escola.

Além das práticas pedagógicas especificas, o aluno deve receber materiais didáticos condizentes com sua primeira língua. Isso não só estimula o aluno a aprender um conteúdo, como destaca Stlader (2013), como também o aproxima de sua identidade surda.

O uso da LIBRAS concomitantemente ao português em sala de aula não só dá oportunidade para desenvolver o ensino-aprendizagem do aluno surdo como também abre espaço para que o aluno ouvinte conheça e aprenda o possível sobre a comunidade surda. A interação entre os alunos surdos e ouvintes representa uma premissa para o desenvolvimento cognitivo. Para Vygotsky (1998), o pensamento e a linguagem têm origem nas inter-relações sociais. Na socialização é que se dá o desenvolvimento do que ele denomina de processos mentais superiores. Quando crianças, os indivíduos possuem uma percepção, memória e atenção inata, denominado por Vygotsky de processos mentais inferiores. A partir das relações com determinados indivíduos durante seu desenvolvimento, esses processos mentais também sofrem modificações gradativamente. A interação com o aluno ouvinte ajuda o aluno surdo a compreender a língua portuguesa escrita ao passo que troca vivências

sobre os conteúdos e conceitos do cotidiano. Por sua vez, o aluno ouvinte se aproxima de uma comunidade e de uma língua possivelmente inexistente em seu dia-a-dia.

Dessa maneira, juntamente com o processo de inclusão, a educação bilíngue não apenas aproxima as duas línguas distintas, como também dá oportunidade para que tanto o aluno surdo como o aluno ouvinte desenvolvam os processos cognitivos necessários para um aprendizado eficiente. O uso concomitante da LIBRAS e da escrita no português estabelece um paralelo de aprendizagem no processo de aquisição, no qual cada língua tem seu papel e apresenta seus valores sociais particulares criando um ciclo de interdependência em que uma é fundamental para o ensino-aprendizagem da outra.

2.5 A importância das características visuais na educação do surdo

Os indivíduos surdos apresentam uma melhor capacidade visual comparada aos ouvintes como constata Neville[12] (1990 apud Feltrini., 2009) ao analisar que surdos apresentam respostas rápidas quando se trata de estímulos em seus campos visuais periféricos caracterizando uma visualidade de 180 graus. Dessa forma o surdo tem uma melhor acuidade visual o que os ajuda a ocupar de forma mais eficiente as atividades visuais, como a língua de sinais. Feltrini (2009) relata que a compressão das atividades cognitivas do surdo bem como seu aprendizado e sua percepção visual são pontos relevantes a serem considerados no processo de ensino-aprendizagem do surdo.

Dessa forma agregada ao Estudo Surdo, que já rompeu o estigma do surdo como deficiente e incapaz criando um novo campo teórico e um novo pensamento sobre a identidade surda (SKLIAR, 2013), o novo campo de estudo denominado Cultura Visual apoia a cultura surda por meio de sua língua e signos visuais fundamentado na percepção e nas imagens visuais (CAMPELLO, 2008). A Cultura Visual é definida por Mirzoeff como uma base para compreender o funcionamento do mundo por meio de fotos e imagens e não somente por meio da escrita.

[12] NEVILLE, H. J. Intermodal competition and compensantion in development: Evidence form studies of the visual system in congenitally deaf adults. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 608, p. 71-91, 1990.

Para Campello (2008) o Estudo Surdo e a Cultura Visual incorporam os aspectos visuais aos surdos demonstrando-se necessário a educação e a escolarização dos indivíduos surdos. Da mesma forma que há uma visão pedagógica para os cegos, uma pedagogia direcionada aos surdos, que não seja apoiada na concepção oral dos ouvintes, deve ser apresentada aos surdos. Não somente o estudo do signo como também ao considerar a visualidade na constituição do sujeito surdo afim de relacionar seu mundo com as experiências visuais desde a educação infantil até os níveis de pós-graduação. Dessa forma ao englobar todos os aspectos necessários a educação formal do surdo surge um novo modelo denominado Pedagogia Visual (ROSA; LUCHI, 2010).

Essa nova pedagogia é definida como o uso das técnicas da visualidade para captar e traduzir todos os elementos que os rodeiam oferecendo formas de interpretação tanto objetivas quanto subjetivas não somente usando a LIBRAS mas sim todos os signos visuais que o rodeiam. (CAMPELLO, 2008).

3 CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE RACIOCÍNIO QUALITATIVO E SUA APLICAÇÃO PEDAGÓGICA

Este capítulo focaliza a construção de modelos qualitativos. Em suas seções aborda-se o Raciocínio Qualitativo e como se dá a construção de modelos de raciocínio qualitativo por meio do software *DynaLearn*[13], que constrói e simula tais modelos. Posteriormente, fazem-se considerações sobre esse tipo de modelagem como recurso didático capaz de dar suporte tanto a alunos surdos como a professores para diminuir os obstáculos encontrados na construção de um saber científico nesse ambiente especial de educação.

3.1 O Modelo Qualitativo

Modelo é tomado nesta pesquisa como a representação esquemática de um fenômeno ou conjunto de fenômenos ou mesmo de alguns de seus aspectos, cuja tarefa é torná-los descritíveis qualitativa e quantitativamente e, algumas vezes, observáveis (SAYÃO, 2001), permitindo o entendimento da estrutura e do comportamento de um sistema. Esta investigação se volta para os modelos conceituais, cujo objetivo é criar, por meio de uma visão simplificada, uma explicação das características básicas de um fenômeno estudado por meio do raciocínio do modelador. (BREDWEG et al., 2009a).

A modelagem conceitual pode ser construída por meio de diagramas simples, desenhos, textos, figuras e até por representações dinâmicas de relações de causa e efeito entre os elementos de um sistema, indicando as relações existentes entre um conceito e outro. Isso permite que seja possível visualizar os conceitos-chave e as inter-relações efetivas que tornam conceitos complexos mais compreensíveis, reforçando o entendimento e a aprendizagem dos alunos, além de identificar quais conceitos foram mal compreendidos ou quais não foram aprendidos. Isso consequentemente auxilia os educadores no processo de ensino (FELTRINI, 2009).

[13] O Software DynaLearn, encontrado em< http://hcs.science.uva.nl/projects/DynaLearn/>, é um projeto em parceria entre várias instituições do mundo, entre eles Áustria, Bulgária, Inglaterra e Brasil para a construção de uma abordagem pedagógica baseada em modelagem.

Os Modelos Qualitativos (MQ) baseado em Raciocínio Qualitativo (RQ), uma área da Inteligência Artificial, são caracterizados como modelos que otimizam a compreensão sobre os sistemas e mais especificamente sobre seu comportamento (WELD; KELLER[14], 1990 apud FELTRINI, 2009). Além de caracterizar os sistemas com uma linguagem acessível, auxiliam a compreensão na medida em que lidam com o conhecimento conceitual, de extrema relevância para a interação com o ambiente, na compreensão da estrutura e funcionamento de um sistema ou fenômeno estudado. Tal compreensão revela uma oportunidade de alcançar objetivos educacionais de maior carga cognitiva (LEÃO, 2011; FELTRINI, 2009).

O MQ ainda aborda conceitos relevantes ao retratar o sistema da forma mais verossímil possível, propiciando o entendimento de formas mais complexas e cruciais para a aprendizagem. O aluno traz em seu cotidiano saberes próprios, construídos por meio da vivência, esses conceitos, espontâneos, são transformados em conceitos científicos no ambiente escolar (BRASIL, 2006). Dessa forma o MQ é uma ferramenta pertinente a ser usada, pois cria a possibilidade de tratar temas interessantes capazes de estimular a atenção dos alunos, criando um ambiente para a formulação e construção de argumentos, o que permite desenvolver, desse modo, os processos de tomada de decisão e de solução de problemas, além de expandir seu conhecimento sobre conceitos (FELTRINI, 2009; RESENDE, 2010).

3.2 Raciocínio Qualitativo e construção do Modelo Qualitativo

O Modelo Qualitativo é baseado em uma das abordagens mais importantes do Raciocínio Qualitativo, denominada de Teoria Qualitativa dos Processos (TQP). Segundo a TQP, o mundo é definido por quantidades e processos que demonstram relações de causa e efeito percebidos em qualquer meio natural. Sem usar números ou expressões numéricas, a abordagem parte da representação da estrutura de um determinado sistema, baseado em uma

[14] WELD; KLEER, J. de (Eds). **Readings in qualitative reasoning about physical systems**. San-Mateo-CA. Morgan Kaufman, 1990.

situação real, para compreender e prever seu comportamento, dando apoio ao raciocínio (BREDWEG et al., 2006; RESENDE, 2010).

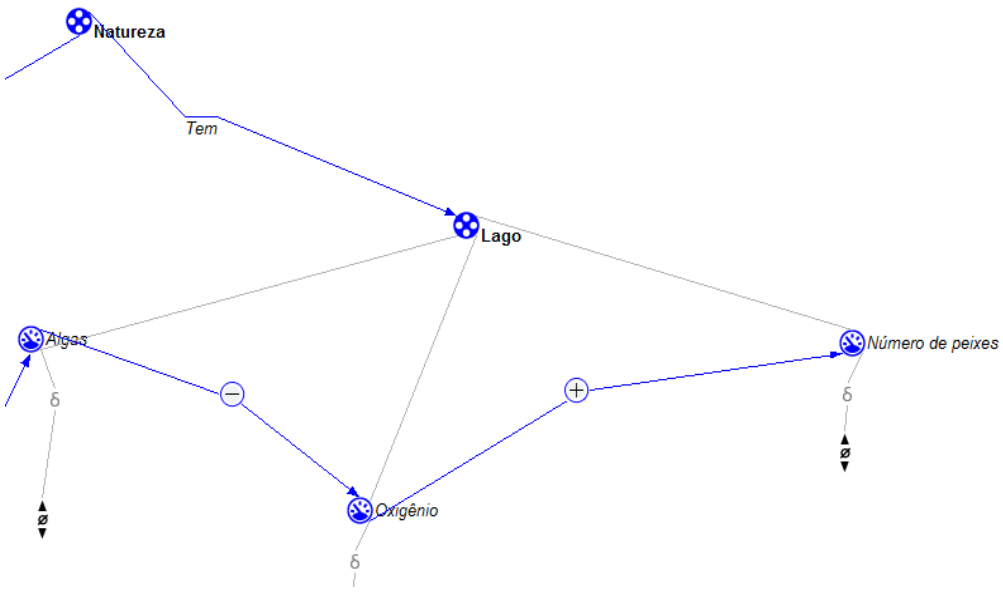
A **quantidade** nesse caso é definida como uma qualidade dos elementos dentro de um sistema, podendo ela sofrer mudança de acordo com o tempo. Já o **processo** é causa principal dessa mudança no sistema, pois ele afeta diretamente as **quantidades** e é o causador de sua alteração. (FELTRINI, 2009; LEÃO, 2011; SALLES, 2012).

Para o desenvolvimento do modelo qualitativo neste trabalho, adota-se o software *DynaLearn*, que reúne as condições para a realização dessa tarefa; assim, as designações aqui adotadas, os esquemas e processos, além dos exemplos são retirados desse programa.

Bredeweg e colaboradores (2008), em artigo que aborda a construção de modelos de raciocínio qualitativo e simulações, apresentam uma metodologia estruturada para a elaboração desses modelos. O **cenário** é a primeira representação estrutural de um sistema. Nele são distribuídos todos os elementos que se encontram em seu análogo natural. Se estudado o ambiente de um lago, estará lá o peixe, as algas e outros elementos, ou seja, tudo que o compõe. No software, esses elementos são denominados **entidades,** caracterizadas como os elementos envolvidos no sistema, imutáveis, estáticos, que não variam por influência do processo. Por exemplo, um peixe não deixará de ser um *peixe* pela adição ou retirada de algo no lago. Por outro lado, a **quantidade**, elemento-chave do sistema, possui valores variáveis. Como exemplo um *lago* designado como **entidade**, pode apresentar uma **quantidade** que vária no decorrer do tempo, ou influenciado por algo no lago, como o *nível de oxigênio*. Cada **entidade** possui uma ou mais **quantidades**, como se pode observar na Figura 3, que apresenta parte de um modelo construído para estudo da poluição de um lago.

Aqui, tem-se o *lago* como **entidade** e o *número de peixes*, as *alga*s e o *oxigênio* como variáveis presentes no lago caracterizados como **quantidades**. O lago como elemento de outra **entidade** (Natureza) não muda**;** porém, aquilo que lhe é inerente e está ligado a ele pode sofrer alterações. Essas alterações são indicadas por um elemento denominado **espaço quantitativo**, representado por meio das setas que vão do valor decrescente (seta para baixo), passando pelo valor crescente (seta para cima) e estável (zero). Inicialmente, o modelador pode escolher a situação em que o sistema se encontra indicando o valor no espaço quantitativo de uma quantidade (Figura 4) (BREDWEG et al., 2009).

Figura 3. Parte de um cenário de um modelo de poluição do lago.



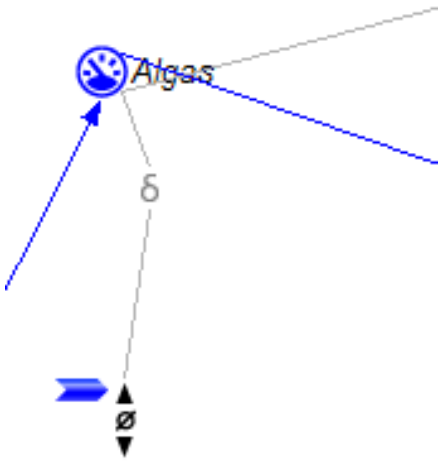
sendo:

entidade de um sistema;

traços mutáveis (**quantidade**) da entidade

Fonte: Autor.

Figura 4. Valor crescente indicado no espaço quantitativo de uma entidade.



Fonte: Autor

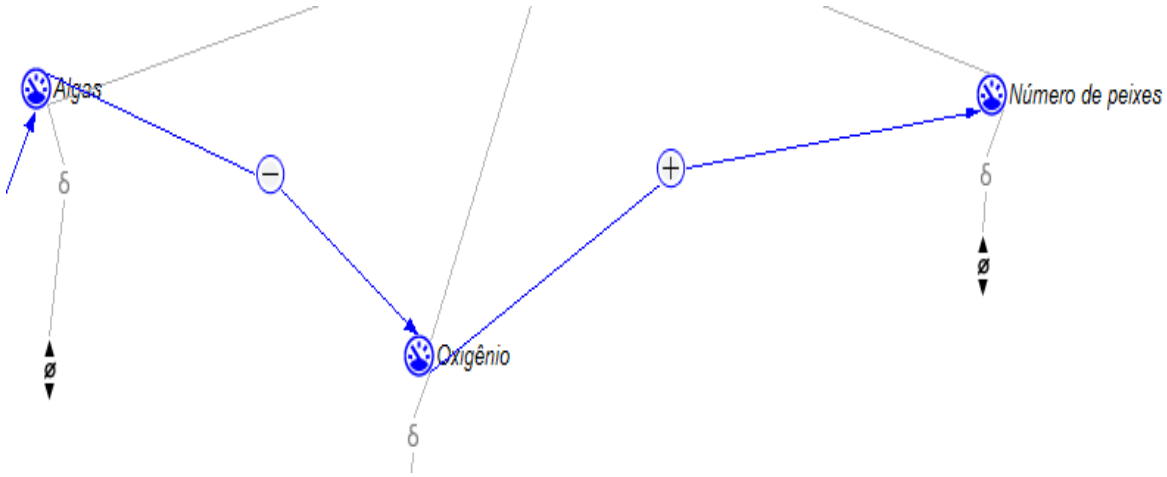
Para que o software funcione e prediga o comportamento do sistema, são usados elementos do estágio mais básico do *DynaLearn*, que ligam cada quantidade demonstrando a influência que cada uma tem sobre a outra, pois em um sistema natural esses elementos

estão em conjunto e compartilham um mesmo espaço. Tal elemento é denominado **dependência** que exprime as relações causais entre cada **quantidade**, demonstrando uma forma positiva (+) ou negativa (-), como se pode observar na Figura 5.

A forma como a **dependência** é relacionada vai regular como a quantidade será alterada. Se a ligação entre a alga e o oxigênio é negativa, então ela é caracterizada como inversamente proporcional; dessa maneira, se a alga aumenta, o oxigênio diminui.

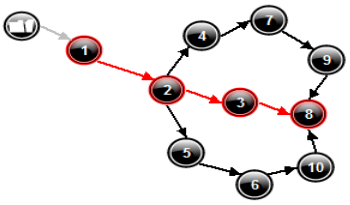
Essa forma é a maneira básica como o software *DynaLearn* trata a construção e a previsão do comportamento de um sistema. Em modelos mais complexos, cada cenário produz um resultado da simulação denominado de **grafo de estados** (Figura 6), entendendo-se por "estado" um comportamento qualitativamente único que o sistema pode exibir; em outras palavras, um comportamento qualitativo, de duração variável, que o sistema pode manifestar (LEÃO, 2011).

Figura 5. Dependências entre as quantidades de um sistema.



Fonte: Autor

Figura 6. Exemplo de um grafo de estado.

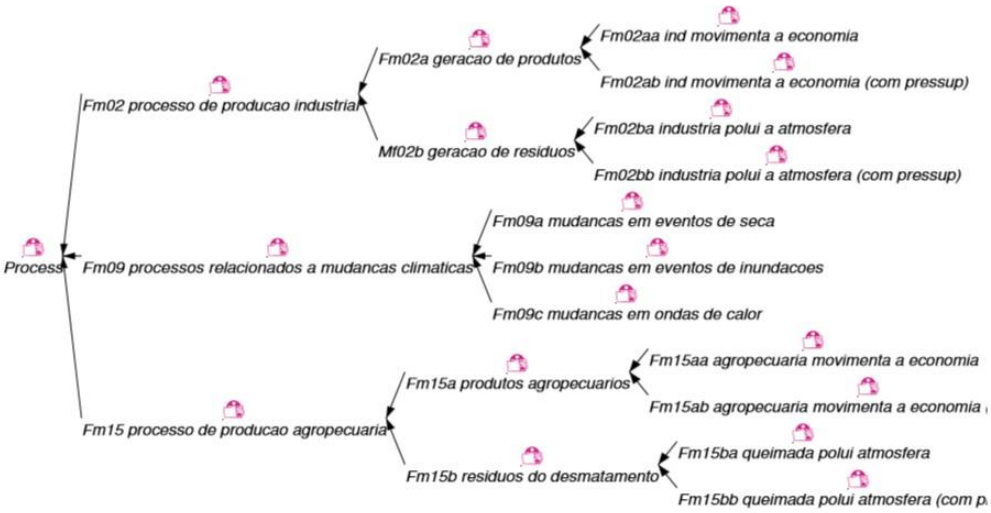


Fonte: Resende (2010).

Cada número representa um estado do sistema; em conjunto, os números predizem seu comportamento (destacado pela cor vermelha). No caso, como em um sistema natural, existem várias vias para que ocorra um determinado resultado e o software *DynaLearn* apresenta cada possibilidade.

Ao representar todo um sistema o cenário pode servir não só como um modelo individual como também pode complementar outro modelo fazendo parte de uma biblioteca de modelos. Quando isso acontece, dá-se o nome de **fragmentos de modelo**. Um sistema complexo construído pelo software pode conter vários cenários, como é possível observar os **fragmentos de modelo** de aquecimento global usado na pesquisa de Feltrini (2009) (Figura 7).

Figura 7. Fragmento de modelo de aquecimento global.

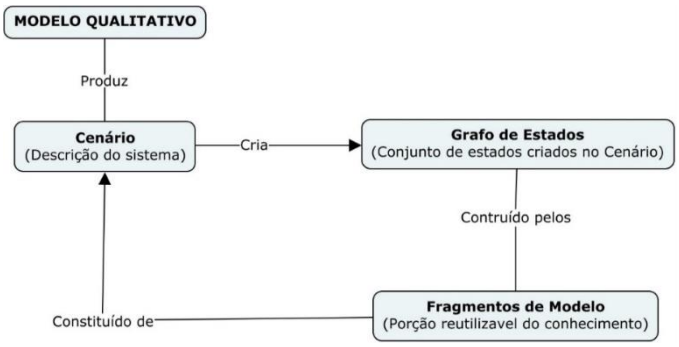


Fonte: Feltrini (2009).

Durante a modelagem, se um fragmento for compatível e relevante, ele poderá ser agregado ao **cenário**, sendo parte integrante da simulação. Isso só acontece se o **cenário** em si apresenta condições específicas que tornem o fragmento necessário; esse fragmento torna-se, então, ativo e seus elementos, com todas as influências, dependencias, desigualdades e causalidades, são embutidos na situação atual. (SALLES et al. 2012)

À medida que a simulação prossegue, alguns fragmentos são inseridos e outros retirados, dependendo somente em qual direção o modelo está tomando. A Figura 8 mostra os elementos para a construção de um modelo baseado em um sistema complexo.

Figura 8. Mapa conceitual da construção de um modelo.



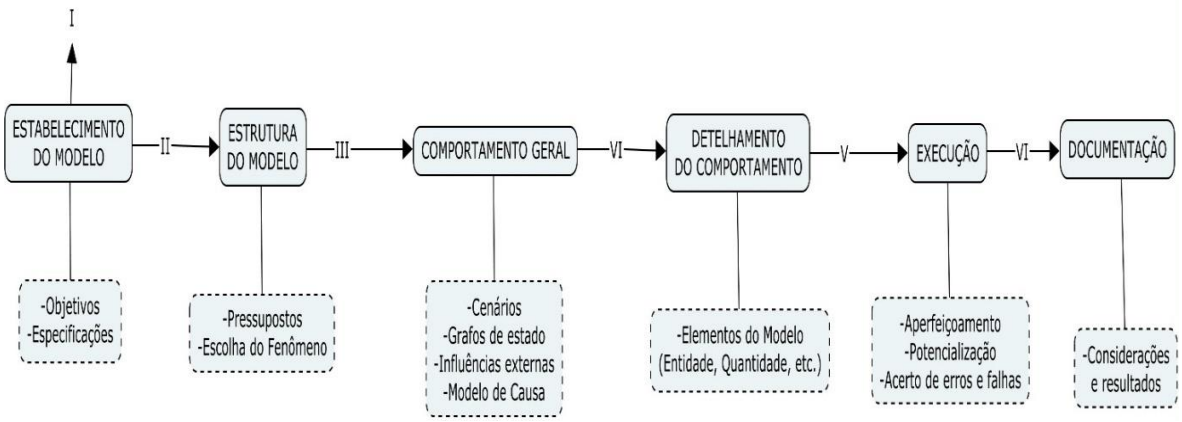
Fonte: Salles et. al. (2012)- Adaptado pelo autor.

O modelo qualitativo construído por meio de um **cenário** é cíclico, ou seja, nada é descartado, pois um cenário que funcione individualmente prevendo o comportamento de um sistema específico pode apresentar relevância e, de certa forma, pode ajustar-se a outro modelo resultando em uma visão mais verossímil de seu sistema natural.

3.3 Detalhamento da construção do Modelo Qualitativo

Segundo Bredeweg e colaboradores (2009), existem seis etapas para a construção do modelo qualitativo: **I.** Deve-se estabelecer o que será modelado, como e porque, suas orientações e especificações iniciais; em seguida (**II**) o sistema que representará o fenômeno deve ser escolhido para a construção do arcabouço da estrutura do modelo que primeiramente necessitará (**III**) ter especificações do comportamento demonstradas de forma mais generalizada, para posteriormente ser (**IV**) detalhada. Após cada etapa anterior poderá ser (**V)** construído, por meio de um software qualitativo de modelagem (*DynaLearn*), a simulação do modelo, executando-o de forma a refinar as falhas e/ou erros que possam surgir durante a simulação de modo a aperfeiçoar e potencializar o modelo para obter os resultados esperados. O modelo então poderá ser (**VI**) documentado seguindo as devidas considerações e ponderações do modelador. Cada etapa está disposta na Figura 9.

Figura 9. Abordagem de uma construção de um modelo qualitativo.



Fonte: Leão (2011) – Adaptado pelo autor.

Cada modelo deve apresentar estrutura diferente dependendo do sistema a ser considerado, porém todos apresentam um princípio do qual se destaca a noção de causalidade. O intuito de qualquer simulação é dar base para o entendimento da causalidade existente entre os elementos do sistema.

A ideia da causalidade é baseada na concepção de que os acontecimentos do universo estão interligados. A ciência clássica a caracteriza como “causa” ao primeiro de dois eventos interligados e “efeito” para o segundo evento, imprimindo uma ordem temporal a cada um. Para Bredweg e Forbus (2003), isso enrijece a concepção de causalidade, porque, muitas vezes, essa relação não se dá apenas no domínio concreto, mas também no domínio epistêmico, em que está ausente a ideia de sequência temporal. Dessa forma, os autores consideram o conceito de causalidade complexo, já que ele é parte integrante e natural na compreensão das variáveis existentes no mundo e na crença de como entendemos as entidades que as representam. Além disso, o raciocínio causal é inerente às nossas representações mentais e se materializa em elementos linguísticos comuns ao cotidiano. Dessa forma, o modelo qualitativo fornece meios formais de externalizar os pensamentos sobre tais noções conceituais provendo recursos para expressá-los tais como a estrutura de sistema, as condições para que os processos tenham um início e um fim e os comportamentos qualitativos distintos.

4 METODOLOGIA

O homem apresenta uma curiosidade inerente ao seu ser e para supri-la parte da capacidade de observação. Desde pequeno, o homem observa e repete atos alheios, além de captar tudo o que o rodeia. Essa capacidade foi e é de extrema importância para a evolução do homem em todos os arcos da história, principalmente na Ciência. Foi por meio da observação que as leis da Física foram primeiramente pensadas, assim como o comportamento humano em si. E é desse último que surgem as questões mais variadas de como tal comportamento pode ser metodologicamente estudado. Enquanto as ciências físicas e naturais se valem de modelos lógico-experimentais, que mensuram o dado de forma estatisticamente controlada, os fenomenos humanos e sociais apresentam uma perspectiva mais subjetiva que foge das variáveis operacionalmente definidas tão comuns aos dados quantitativos (DEMO, 2006; TEIS; TEIS, 2006).

Demo (2006) afirma que mesmo as pesquisas quantitativas não fogem de um efeito interpretativo, pois o dado ao ser analisado já é um resultado teórico e de alguma maneira exposto ao crivo do pesquisador, que possui um conjunto de ideias e pensamentos sobre o observado. Porém a objetividade ainda é preferida, afastando o valor interpretativo e a influência do pesquisador sobre o pesquisado, como na pesquisa sobre felicidade de Csikszentmihalyi[15] (1997 apud DEMO, 2006). De forma objetiva que permite testes estatísticos, o autor desenvolve um método em que o sujeito possui um *pager*, que, quando acionado a distância pelo pesquisador, deve marcar qual o sentimento de felicidade momentânea. Isso permite uma distribuição aleatória, imprescindível estatisticamente, dos momentos de captação do dado e evita a influência do pesquisador. O método pode parecer eficaz, mas, além de ser formal em excesso, deixa de lado a parte subjetiva da felicidade, a motivação e o qual foi o causador desse fenômeno, estando mais preocupado com o método do que com o pesquisado.

Max Weber (TEIS; TEIS, 2006) foi um dos questionadores do modelo quantitativo vigente no século XIX, para estudar o ser humano, sua cultura e principalmente sua vida social. O foco da investigação passa de uma visão de grandes contextos e números estatísticos para uma visão centrada mais no sujeito, na compreensão dos significados

[15] CSIKSZENTMIHALYI, M. **Finding flow in everyday life**. New York: Basic Books, 1997.

aplicados aos seus atos. Para que isso aconteça, o sujeito deve estar inserido em um contexto, em que se valoriza, à sua própria maneira, a compreensão da realidade que o rodeia.

A ideia defendida deu origem à perspectiva de conhecimento denominado como idealista-subjetivista. Ao contrário da metodologia vigente, ela busca interpretar, a examinar o mundo aos olhos do indivíduo, sendo possível compreender o comportamento humano através de apenas uma pessoa ou de um grupo, que experienciam as vicissitudes do cotidiano, dando valor à intuição e ~~a~~ postura do pesquisador (TEIS; TEIS, 2006).

O conhecimento idealista-subjetivista se une à teoria fenomenológica e forma o arcabouço que configura a abordagem metodológica qualitativa. A fenomenologia vem adicionar o caráter oculto dos fenomenos, a subjetividade (HOLANDA, 2006). Pressupondo que a experiência humana é medida pela interpretação, que a seu ver, não pode ocorrer de forma autônoma e sim a partir da relação com outro sujeito, essa teoria descreve que é necessário se inserir no universo conceitual do indivíduo para poder entender como e que tipo de sentidos ele dá aos acontecimentos e as interações que ocorrem em seu cotidiano. A abordagem qualitativa, então, propõe-se esclarecer os complexos processos que dão forma à subjetividade (TEIS; TEIS, 2006).

Levando em consideração todo o intuito da abordagem qualitativa, uma dúvida ainda permanece: o levantamento e compreensão dos dados da realidade subjetiva do ser humano. Ao analisar, questionar, isolar e buscar a compreensão de um determinado fenômeno humano, os pesquisadores se interessam em ter acesso às experiências, interações e documentos em seu contexto natural, de modo a dar espaços a suas peculiaridades, apresentando papel chave no processo de pesquisa, seja na presença pessoal na condição de pesquisador ou de pessoa experiência no campo, seja capacidade reflexiva que possui ao analisar o caso como um todo (HOLANDA, 2006; FLICK, 2009).

Os conceitos ou hipóteses são desenvolvidos e refinados no processo da pesquisa da mesma forma que os métodos e abordagens podem ser desenvolvidos para se adaptarem à situação, porém, a definição e avaliação da qualidade da pesquisa devem ser discutidas especificamente, sempre adequadas à pesquisa qualitativa e às abordagens pré-existentes (FLICK, 2009).

Grande parte da abordagem qualitativa está baseada em texto escrito, passando por notas de campo, transcrições, descrições, levando à interpretação dos resultados da pesquisa como um todo, isso demonstra a busca por um modelo o mais possível organizado como referência ao fenômeno estudado, possibilitando uma investigação mais ordenada para o fator humano ao apresentar dados concretos que revelam um resultado. A oposição

qualitativa e quantitativa se dilui quando colocada nessa perspectiva; em vez de a abordagem qualitativa surgir como contrária à quantitativa, ela apenas revela certas nuances da natureza humana, as quais a segunda tem dificuldade em demonstrar. No entanto, ambas as abordagens devem ser tomadas como complementares, faces diferenciadas de um mesmo fenômeno (HOLANDA, 2006; FLICK. 2009; DEMO, 2006).

Na abordagem qualitativa existe uma diversidade de modelos e métodos. Esse capitulo será organizado de forma a apresentar a metodologia escolhida, a pesquisa-ação, e nas seções subsequentes irá delinear os participantes e local da pesquisa; a metodologia aplicada ao treinamento dos professores; a explicação de uma simulação de modelo qualitativo e a metodologia necessária pra aplicação e simulação de um modelo qualitativo para alunos surdos.

4.1 A Pesquisa-Ação

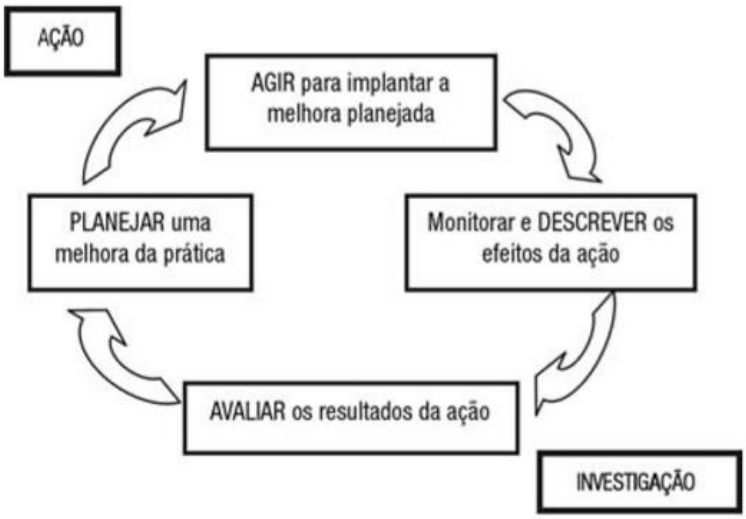
O método mais adequado ao presente trabalho é denominado de **Pesquisa-ação** uma vez que tem sido usado extensivamente em educação e apresenta princípios pedagógicos de reconstrução e reestruturação de significados, participação crítica e emancipação do sujeito que vence certos obstáculos para seu aprendizado.

A pesquisa-ação surge para superar a lacuna entre teoria e prática, procurando intervir nessa última por meio da pesquisa, porém não em seu final, mas sim no decorrer do processo de modo a ser capaz de aprender ao modificar tanto a prática quanto a investigação em si. Ela assinala inicialmente com a identificação do problema, em seguida planeja uma melhora ou solução para a prática, sua implementação, seu monitoramento e descrição e finalmente segue uma avaliação dos resultados da ação (figura 10). Essa metodologia é adequada à presente pesquisa, que tem como intuito apresentar um modelo qualitativo, simulando um fenômeno (prática) conhecido pelos alunos surdos e, no decorrer do processo, avaliar a interação e a compreensão destes com a simulação (pesquisa) (ENGEL, 200O; TRIPP, 2005).

O pesquisador, por sua vez tem função importante uma vez que sua participação é imprescindível, assumindo dois papeis complementares, de pesquisador e de participante do grupo, pois os efeitos da prática jamais se limitam ao indivíduo isolado. Se a prática não for vivenciada por todos, as consequências das decisões coletivas podem ser ignoradas já que o

indivíduo não compartilha as próprias vivencias com os outros participantes (ENGELL, 200; TRIPP, 2005, FRANCO, 2005)

Figura 10. Princípios da pesquisa-ação.



Fonte: Tripp (2005).

Franco (2005) aponta as seguintes características da pesquisa-ação:

- O processo de aprendizagem é inerente ao processo de pesquisa, uma vez que, de acordo com o que acontece na prática, a pesquisa vai sendo modificada, sendo classificada como auto-avaliativa, ou seja, as alterações adquiridas na prática são avaliadas continuamente no decorrer do processo de complementação, abrindo espaço para modificações, mudanças de orientação e redefinições consoante o necessário;
- A separação entre o sujeito (pesquisador) e o objeto de pesquisa (pesquisado) deve ser superada;
- No ensino, as situações que são percebidas pelo professor como problemas ou obstáculos na aprendizagem se tornam passíveis de ser modificadas e levadas à prática. O problema então é interpretado do ponto de vista das pessoas envolvidas como professores, alunos, coordenadores, etc.;
- A pesquisa é útil, somente se os envolvidos forem capazes de aprender com a situação e modificá-la por meio das estratégias e produtos resultantes do trabalho;

- Não se apresenta de forma generalizada, procurando diagnosticar um problema especifico em uma determinada situação, a fim de atingir relevância na prática dos resultados, ressaltando o caráter situacional de tal pesquisa;
- Enfim apresenta-se como cíclica; suas fases finais tem a finalidade de refinar os resultados das fases anteriores.

4.2 Local e Participantes da Pesquisa

O município de Guaratinguetá possui duas escolas para as quais alunos diagnosticados com deficiência auditiva são encaminhados. Uma delas é a Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental (EMEIEF) Professor José Benedito Averaldo Galhardo, escola parceira desta pesquisa, que possui Ensino Fundamental I. Todas as dependências incluindo os objetos que as constituem são identificadas com sinais; além disso, os alunos contam com um quadro de avisos onde as informações são dadas por meio de figuras e sinais impressos.

Os alunos estão distribuídos em duas turmas: uma de 1º e outra de 6º ano, que contam com três e quatro alunos, respectivamente. Os alunos que frequentam o 1º ano apresentam, além da surdez, outros tipos de deficiência que os impede de desenvolver atividades cognitivas. Dessa forma, esta pesquisa se volta para os alunos do 6º ano, cujo perfil é descrito abaixo.

A escola conta com dois professores intérpretes-tradutores de LIBRAS, um dos quais acompanha os alunos do 6º ano nas aulas regulares e no contraturno. O ambiente onde ocorrem as atividades no contraturno é denominada *sala de recursos*, equipada com materiais didáticos específicos para surdos, computadores sem dispositivos especiais, quadro-negro, mesa para estudo. Nos objetos e paredes, encontram-se sinais identificadores e figuras com o alfabeto em LIBRAS e Língua Portuguesa, respectivamente.

O regime de contraturno consiste em período de quatro horas e meia, em horário contrário ao das aulas do ensino regular, durante o qual os alunos não só recebem reforço em LIBRAS como também em disciplinas do currículo com o intuito de melhorar a alfabetização principalmente da Língua Portuguesa. As aulas são ministradas, quando possível, de forma adaptada à pedagogia visual, principalmente na disciplina de Ciências.

Cumpre ressaltar que o trabalho com esses sujeitos se desenvolveu em duas etapas por contingências externas. Projetada em 2014 para aplicação em 2015, a pesquisa encontrou um obstáculo: os Alunos 3 e 4 abandonaram a escola e o Aluno 2 não comparecia à sala de recursos. Diante disso, optou-se por aplicar a metodologia apenas ao Aluno 1. No entanto, em 2016, com o retorno dos Alunos 2, 3 e 4 à escola, houve a chance de realizar a pesquisa com esses outros sujeitos nos moldes em que ela foi aplicada ao Aluno 1.

4.2.1 Sujeitos da Pesquisa

Como informado anteriormente, os sujeitos da pesquisa – identificados como Aluno seguido de números (de 1 a 4) para preservar a privacidade – estão incluídos no 6º ano do Ensino Fundamental e apresentam uma alfabetização específica, como pode ser observado na tabela 1. [16]

Tabela 1. Identificação dos sujeitos.

IDENTIFICAÇÃO	IDADE (anos)	FLUÊNCIA EM LIBRAS	FLUÊNCIA EM LÍNGUA PORTUGUESA	ORALIZAÇÃO
ALUNO 1	15	BOA	BAIXA	NÃO
ALUNO 2	14	BOA	BAIXA	SIM
ALUNO 3	19	BOA	MÉDIA	SIM
ALUNO 4	21	BOA	MÉDIA	NÃO

Fonte: Autor

Os integrantes da sala de recursos apresentam heterogeneidade quanto as características dispostas na tabela. É importante destacar a presença de oralização em dois alunos bem como a fluência na língua portuguesa. A subjetividade de cada aluno é

16 Todas as informações sobre os sujeitos da pesquisa foram fornecidas pela professora intérprete-tradutora de LIBRAS , com base no acompanhamento pedagógico registrado em documentos.

importante e representa a diversidade em uma sala de recursos da mesma maneira que é vista em uma sala regular.

4.2.2 Caracterização dos Alunos

Aluno 1

O Aluno 1 apresenta um quadro de perda neurosensorial profunda em ambos os ouvidos. Seu processo de inclusão deu-se em 2005 com sua vinda da APAE para a escola EMEIEF Professor José Benedito Averaldo Galhardo. Embora assíduo às aulas, no que concerne ao desempenho escolar, escreve em Língua Portuguesa, mas produz textos com pouca coerência, encontrando-se no nível silábico-alfabético e, apesar de estar no 6º ano do Ensino Fundamental, apresenta conhecimento de conteúdo do 4º e 5ª anos. Em ciências, se há ilustrações, o Aluno 1 apresenta compreensão melhor, principalmente se o conteúdo proporcionar uma ligação com as atividades do cotidiano. Ele ainda possui um conhecimento aprofundado da LIBRAS em detrimento da língua portuguesa, tanto que somente se comunica com os colegas e com os pais por sinais.

Em 2015, o Aluno 1 desenvolveu atividades na sala de recursos durante dez horas semanais, às terças-feiras e quintas-feiras; já em 2016, os dias passaram a ser segunda-feira e quarta-feira pela tarde. As atividades envolvem complementação de LIBRAS e reforço dos conteúdos das disciplinas cursadas no curso regular.

O Aluno 1 tem familiaridade com o computador, utilizado durante o contraturno, e com celulares, principalmente no uso das mídias sociais.

Aluno 2

O Aluno 2 apresenta perda neurosensorial severa no ouvido esquerdo e perda neurosensorial de moderada a severa no ouvido direito. Seu processo de inclusão deu-se em 2012 quando veio de uma sala de Deficiente Intelectual (DI) de outra escola da rede municipal para a escola EMEIEF Professor José Benedito Averaldo Galhardo, onde atualmente está incluído no 6º ano do Ensino Fundamental. Quanto ao desempenho escolar apresenta interesse em leitura e escrita, porém tem dificuldade em fazer a letra cursiva. Em

ciências, se há ilustrações, o Aluno 2 apresenta melhor compreensão, principalmente se o conteúdo proporcionar uma ligação com as atividades do cotidiano. Possui um conhecimento aprofundado da LIBRAS, não a usando frequentemente pois é oralizado; dessa maneira, comunica-se com a família e amigos pela fala.

Da mesma maneira que o Aluno 1, o Aluno 2 desenvolvia atividades na sala de recursos em 2015 as terças-feiras e quintas-feiras, porém em 2016 passaram a ser as segundas-feiras e quartas-feiras no período da tarde, permanecendo as mesmas atividades anteriores e com a mesma carga horária.

O Aluno 2 também tem familiaridade com o computador assim como com o celular e usa as redes sociais com facilidade.

Aluno 3

O Aluno 3 apresenta perda neurosensorial profunda em ambos os ouvidos. Seu processo de inclusão se deu em 2000 ao ingressar na escola EMEIEF Professor José Benedito Averaldo Galhardo, onde está incluído no 6 º ano do Ensino fundamental. Deixou a escola em 2015 durante todo o ano e voltou no começo de 2016. Embora oralizado, apresenta as mesmas dificuldades dos outros alunos surdos na forma de abstração dos conceitos. Apresenta conhecimentos básicos de Língua Portuguesa, escreve textos, mas algumas palavras devem ser feitas em datilologia[17] em LIBRAS para que escreva e compreenda. Em ciências como em outras disciplinas, o uso de figuras para melhor compreensão é imprescindível sempre acompanhado de uma explicação ligada aos fatos de seu cotidiano.

É proficiente em LIBRAS, usando mais a fala do que os sinais, utilizados em momentos que não se faz compreender pelos outros.

Não apresenta um diagnóstico conclusivo de Deficiência Intelectual (DI), Desenvolve atividades conjuntas com os outros alunos no mesmo horário, na sala de recursos às segundas e quintas-feiras.

O Aluno 3 apresenta familiaridade com o computador, mas não usa celular.

17 Maneira de “soletrar” uma palavra utilizando o alfabeto manual da Língua de Sinais.

Aluno 4

O Aluno 4 apresenta perda neurosensorial de profunda a severa em ambos os ouvidos. Sua inclusão foi feita em 2000 na escola EMEIEF Professor José Benedito Averaldo Galhardo, onde está incluído no 6º ano do Ensino Fundamental. Deixou a escola em 2015 e voltou no começo de 2016. Na época era oralizado, porém voltou não querendo mais falar. Dessa maneira se comunica estritamente por LIBRAS, tanto com colegas quanto com familiares. Apresenta uma boa escrita e uma boa compreensão da Língua Portuguesa, mas, como relata a professora intérprete, exibia maior capacidade de aprendizado antes de abandonar a escola, o que mostra perda decorrente do período em que ficou afastada da escola. Algumas palavras devem ser feitas em datilologia para que compreenda melhor. Porém, apresenta dificuldade maior que outros alunos quando se trata de compreender conceitos abstratos e precisa que os conteúdos sejam relacionados ao seu cotidiano.

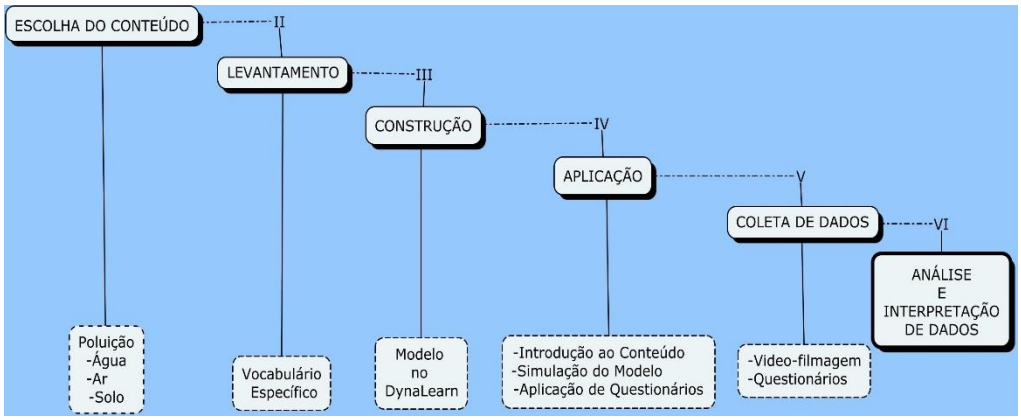
Também estuda as segundas e quintas-feiras na sala de recurso em conjunto com os outros alunos desenvolvendo as mesmas atividades.

O Aluno 4 apresenta familiaridade com o computador assim como as redes sociais, porém não possui celular.

4.3 Etapas da Pesquisa

O presente trabalho apresenta duas etapas, resumidas na figura 11 e discriminadas abaixo:

Figura 11. Etapas da pesquisa.



Fonte: Autor

1. Preparação do modelo, que envolveu

a) Escolha do conteúdo Poluição Humana na área de Ciência previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do 5º ano do Ensino Fundamental para a elaboração de uma modelagem qualitativa;

b) Levantamento do vocabulário específico desse conteúdo em LIBRAS;

c) Produção de um modelo no *DynaLearn* sobre o conteúdo escolhido, a partir de material didático destinado a alunos ouvintes.

2. Aplicação e avaliação do modelo, que envolveu

a) Aplicação do modelo primeiramente a um aluno do 5º ano (Aluno 1), seguindo as seguintes etapas: 1) Introdução ao conteúdo 2) Apresentação e aplicação da simulação pelo professor e pelo Aluno 1 usando o programa *DynaLearn*; e 3) Aplicação de um questionário sobre o conteúdo escolhido (APÊNDICE A);

b) Aplicação do modelo ao Aluno 2, 3 e 4, seguindo as mesmas etapas; no entanto, neste caso, os alunos não produziram o modelo no programa computacional;

d) Coleta dos dados: vídeo-filmagem das aulas, que foram transcritas (APÊNDICE B), questionários para avaliação da aprendizagem (APÊNDICE A)

e) Análise dos dados.

4.3.1 Conteúdo para o 6º Ano do Ensino Fundamental

O ensino fundamental é divido em quatro ciclos que vão do o primeiro ao nono ano. A presente pesquisa tem interesse no estudo do segundo ciclo, que engloba quarto, quinto e sexto ano, já que os sujeitos da pesquisa estão inseridos nesse último.

Dentre os objetivos gerais de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental disposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destaca-se "*a compreensão da natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante e agente de transformações do mundo em que vive*" (BRASIL, 1997). A concepção de que o aluno é sujeito das transformações do ambiente que o rodeia é o princípio para a apropriação do conhecimento

científico. A partir desse momento, ele pode desenvolver uma autonomia no pensar e no agir, dividindo suas ideias, hipóteses com outros indivíduos a fim de compreender seu papel no mundo por meio do entendimento dos fenômenos naturais ao mesmo tempo em que pode modificá-los a partir de atitudes e valores individuais. Ser capaz de conceber que é sujeito da própria aprendizagem o torna apto a ressignificar seu próprio mundo tendo como base o conhecimento científico. Esse conhecimento é feito de maneira gradual no ensino fundamental, mais visual e pincelado por seus princípios nos primeiros ciclos chegando a sua consolidação pelo estabelecimento dos conceitos científicos nos últimos anos (BRASIL, 1997)

O ensino de ciências no ensino fundamental está ligado ao conhecimento conceitual, à percepção dos princípios básicos dos fenômenos naturais de forma profunda e concreta, e mais, ao conflito do conhecimento prévio, intuitivo, com o conhecimento científico. O primeiro, se modificado em direção ao segundo, ganha um novo contorno e o aluno é capaz de assimilar um novo conceito (BRASIL, 1997; ARRUDA; BRANQUINHO, BUENO, 2006)

O aluno tem noção de seu corpo, dos fenômenos naturais e dos modos de realizar transformações no meio, criando modelos a partir de uma lógica interna, que dependem do contexto da sociedade e cultura em que vive. Ao ser confrontado com novas explicações e percepções de seu ambiente ele pode perceber as limitações de seus modelos que passam a adquirir novas informações advindas do conhecimento cientifico a fim de modifica-lo e transforma-lo em algo novo e de significado distinto (BRASIL, 1997).

Um modelo importante intrínseco ao contexto de qualquer aluno e destacado pelos PCN é concernente ao meio ambiente. A partir de conceitos do senso comum, os indivíduos em geral desenvolvem representações e explicações, principalmente com relação à atividade humana no ambiente em que vive, de maneira pouco rigorosa ou fictícia em relação ao conhecimento científico. Como conteúdo escolar, o aluno tem contato com as relações de reciprocidade entre a sociedade e o ambiente, as necessidades humanas perante a natureza e as transformações feitas a ela por suas mãos com base em conhecimentos e valores (BRASIL, 1997)

É necessário o entendimento das relações na natureza para compreender o papel fundamental das Ciências Naturais, porém, para se obter um conhecimento aprofundado, devem-se conhecer os conceitos básicos da temática ambiental. Só assim o aluno estará apto a compreender as relações causais dos fenômenos e consequentemente as influências da atividade humana, de forma negativa ou positiva, na natureza. Esse quadro está ligado

diretamente a outro modelo importante, o de saúde do ser humano. Falar do corpo humano como um sistema integrado sem vinculá-lo a um ambiente é irreal, pois a saúde do corpo é fruto das suas interações com o meio (BRASIL, 1997).

Um fenômeno produzido pelo ser humano por meio de sua atividade no meio ambiente e que o afeta diretamente é a poluição. Abordada no segundo ciclo do ensino fundamental, no qual estão inseridos os sujeitos da pesquisa, serve como conteúdo para demonstrar as relações causais de um determinado fenômeno, além de ser amplamente conhecido, sendo uma questão global presente no cotidiano do aluno. Ao estudar o destino do esgoto e do lixo, o modo como a ocupação humana se dá e as consequências no meio em que vive o aluno tem contato com a ideia dos prejuízos que isso causa a saúde pessoal e ambiental. (BRASIL, 1997)

Esse conteúdo, por ser relevante e de grande interesse na atualidade, foi escolhido para ser simulado em um modelo qualitativo, por meio do software *DynaLearn*.

4.3.2 Levantamento do vocabulário específico de LIBRAS

A função dos sinais em LIBRAS é a de organizar um conceito, seja ele uma ideia, um sentimento ou ação (PEREIRA; VIEIRA, 2009). Quadros (1997) frisa que a Língua de Sinais é a primeira língua do indivíduo surdo e por consequência os conteúdos escolares devem ser trabalhados por meio dela, destacando que a Língua Portuguesa, na modalidade escrita será adquirida, como segunda língua, com base nas habilidades interativas e cognitivas alcançadas por meio da linguagem de sinais.

Compete à escola propiciar um ambiente linguístico favorável ao aprendizado do aluno surdo em todas as disciplinas, bem como possuir um profissional específico em LIBRAS, o tradutor-intérprete, que seja o interlocutor entre as duas línguas.

Entretanto, mesmo em um ambiente rico e diversificado como esse Stadler (2013) adverte sobre a falta de sinais específicos para certas terminologias complexas nas áreas de Ciência. Isso causa uma falha na aprendizagem efetiva do aluno, que não compreende o conceito da sua forma mais profunda e completa. De acordo com Falstich (2003) as terminologias são apresentadas em um continuo conceitual que contém uma base lexical sustentando um predicado que atribui característica e propriedade à base, quanto mais especifico mais o predicado particulariza a base e forma uma unidade terminológica

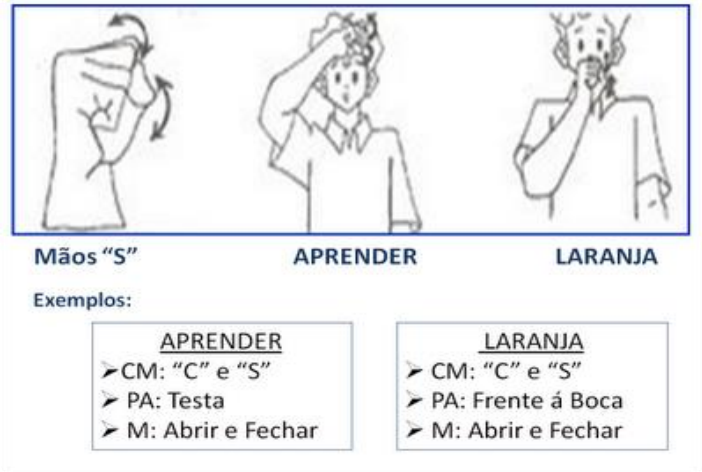
complexa, como exemplo, nesta pesquisa, o termo *modelo-qualitativo*. Segundo o autor a primeira palavra, *modelo*, se apresenta como base lexical sustentado por um predicado *qualitativo*. Por si só, *modelo*, é um termo de fácil dedução conceitual, mais geral e comum, porém, quando se liga a *qualitativo*, se torna especifico, obtendo outro significado, recebendo de acordo com o continuo conceitual o caráter de especialidade se apresentando, assim, como terminologia complexa.

A fim de contornar esse problema Marinho (2007), Souza e Silveira (2011) criaram sinais, respectivamente, nas disciplinas de Biologia e Química, junto a alunos e professores surdos, de uma forma que se adequassem a terminologia, respeitando a estrutura lexical e a cultura do conhecimento surdo.

A criação de sinais em LIBRAS é bastante complexa, seguindo à risca algumas etapas, não sendo criados ao acaso. Em primeiro lugar a criação inicia-se com reuniões de um grupo que contenha surdos com proficiência na LIBRAS, que possam recomendar o uso dos sinais à comunidade surda, sendo vetada a sua criação a indivíduos ouvintes, mesmo que eles apresentem proficiência em LIBRAS (STLADER, 2013).

Os sinais possuem léxico próprio, não sendo representados letra a letra como a língua escrita e sim por um gesto correspondente à palavra da língua portuguesa, que deve apresentar características técnicas regulamentadas expressando de forma concreta e profunda o conceito relacionado. Essas características estão ligadas a estrutura da língua, sendo elas: **Configuração da mão (CM)**, que consiste no formato da mão determinante para o sinal; **Ponto de articulação (PA)**, que inclui a região do corpo em que o sinal será executado; **Movimento (M)**, relacionado às características do movimento feito com as mãos durante a execução do sinal (com repetição, sem repetição, para baixo, para cima, etc.); **Orientação da mão (OM)**, referencial em que se baseia na posição para qual a palma da mão está orientada; **Expressões não-manuais (EM)**, que consistem nos movimentos do corpo e nas expressões faciais (MARINHO, 2007). A Figura 12 exemplifica as estruturas descritas:

Figura 12. Configuração de mão.



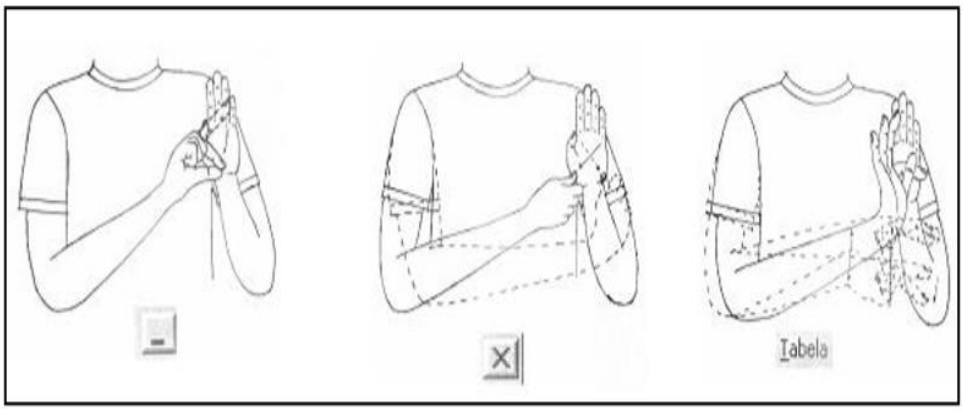
Fonte: Feltrini (2009).

Tanto "aprender" como "laranja" apresentam **CM** e **M** iguais, porem os sinais se distinguem, pois, os PA são diferentes: o primeiro é próximo à testa e o segundo é em frente à boca. No caso, ambos os sinais não apresentam expressão **EM** e sua **OM** depende da mão que é usada (esquerda ou direita).

Para a criação de sinais específicos na disciplina de Biologia, Marinho (2007) os desenvolveu por meio de aulas e discussões junto aos alunos e tradutores-intérpretes, priorizando as ideias e comentários dos alunos. Outro trabalho tem por mérito criar sinais específicos, não das disciplinas mais básicas da ciência, mas sim de informática. Alunos surdos de um curso profissionalizante de informática, ao enfrentarem dificuldades com palavras da língua portuguesa que não existiam em seu vocabulário, mas deviam ser representadas por datilologia[18], procuraram o professor para criar sinais específicos para o uso do editor de texto, facilitando seu aprendizado, como demonstra a Figura 13 (SILVA; SILVA 2012).

18 Ou alfabeto manual é um sistema de representação, quer simbólica, quer icônica, das letras do alfabeto da língua oral escrita, por meio das mãos. Retirado de http://portal.virtual.ufpb.br/biblioteca-virtual/files/LIBRAS_ii_1330350775.pdf em 16 de setembro de 2014.

Figura 13. Criação de sinais específicos de informática.



Fonte: Silva; Silva (2012).

Marinho (2007) corroborada por Vales (2008) pondera que a criação do sinal facilita o processo de entendimento do conteúdo integrando, por parte dos alunos, os conceitos apresentados, além de o tonar parte integrante da cultura surda.

Algumas palavras usadas, especificamente, na simulação do modelo qualitativo de poluição, como homem, natureza (meio ambiente), água, etc., são comuns no vocabulário da LIBRAS e consideradas termos genéricos de fácil dedução conceitual segundo Faulstich (2003). Entretanto outras palavras como atmosfera, alga, trabalhados nesta pesquisa, se enquadram nos termos científicos que não apresentam sinais como destaca Marinho (2007). O intuito da aplicação do modelo qualitativo foi levar a compreensão dos conceitos científicos embutidos nesses termos e não criar sinais para os alunos, como visto acima as etapas ficam além dos objetivos dessa pesquisa.

4.4 Modelo de Poluição Humana

O tema meio ambiente tem sido explorado em estudos de modelos qualitativos. Alguns desses modelos foram desenvolvidos por Bredweg, Salles e Nuttle (2007), que trabalharam com três modelos relacionados a consumo de energia e poluição do ar, desmatamento florestal e eficiência energética. Na mesma direção se e encontra o estudo de Feltrini (2009), que apresentou o modelo de aquecimento global e o de Resende (2010), que trabalhou a eutrofização e a morte de peixes como consequência da poluição de um lago para ensinar conceitos tanto a alunos surdos quanto a alunos ouvintes.

A simulação de um modelo qualitativo sobre poluição buscou aproximar o aluno surdo do conhecimento científico e ajudá-lo a compreender conceitos científicos.

O assunto principal “Poluição Humana” foi dividido em três temas, sendo eles, Poluição da Água; Poluição do Ar e Poluição do Solo. Os modelos qualitativos desenvolvidos para aplicação foram construídos por meio da ferramenta didática usada dessa pesquisa, o software *DynaLearn* baseado no Espaço de Aprendizagem 2, modelo causal básico, atendendo ao nível de capacitação do aluno.

É importante destacar que a presente pesquisa tem uma intenção clara de oferecer uma base para a ampliação e aquisição de novos conhecimentos, uma vez, que dispõe de ferramentas visuais como os modelos apresentados, já que o acesso ao conhecimento do indivíduo surdo passa necessariamente por uma linguagem visual, usando dos conhecimentos cotidianos do aluno a fim de levá-lo a uma compreensão cientifica conceitual, como aconselha a Secretaria de Educação Especial (2006).

Uma vez que o aluno está em processo de alfabetização da língua portuguesa, ou seja, não apresenta formação bilíngue completa, palavras inseridas no modelo bem como seus conceitos são de simples compreensão e adequados a estrutura gramatical da Língua de Sinais.

Ressalta-se que além do pesquisador, a professora interprete-tradutora de LIBRAS participou conjuntamente da pesquisa, ao intermediar o diálogo entre pesquisador/aluno.

4.4.1 Aula de Poluição da Água

A água é elemento vital para a sobrevivência de qualquer organismo vivo. O ser humano desde os primórdios de sua colonização buscou refúgio e alimento perto das águas, sejam rios ou mares como descreve Binscaino, Rabelo e Freire (2015). O crescimento a partir desse momento desordenado e sem infraestrutura em torno dos ambientes aquáticos criou um problema que somente foi percebido em meados do século XX com a contaminação de lençóis freáticos, rios e mares como aponta Costa e colaboradores (2014).

A contaminação da agua não afeta somente os organismos aquáticos, mas também aqueles que a usam trazendo prejuízos econômicos e de saúde, primeiro impossibilitando a agricultura, uma vez que é necessário agua potável para o desenvolvimento saudável da

planta, e segundo causando inúmeras doenças já que o ser humano necessita ingerir água limpa.

As causas de tal contaminação vão além da falta de conscientização da população, segundo o IBGE 47, 8% (2008) dos municípios brasileiros não possuem rede de esgoto sanitária e apenas 20,2% apresentam sistema de tratamento de água, os outros 79,8% dos municípios liberam o esgoto, agua de origem doméstica, comercial e industrial, nos rios e/ou mares. Neto, Rabelo e Freire (2015) em seu artigo "efeito da poluição hídrica devido ao escoamento superficial urbano" relata que na bacia do Córrego do Limoeiro em rios na área urbana de Presidente Prudente há um grande índice de poluição originado por diversas fontes, incluindo a atividade doméstica, que contribuíram para a degradação e redução da qualidade de água e o comprometimento de todo o ecossistema dessa bacia hidrográfica.

A conscientização sobre a poluição da água é eminente em qualquer indivíduo. O tema perfaz qualquer ato do dia-a-dia, desde o banho matutino, o escovar dos dentes até a preparação do almoço. A palavra desperdício é companheira do cotidiano em tempos de crise hídrica e relevante para educação já que o aluno não está isento de responsabilidade.

Introdução ao Conteúdo e Conhecimento Prévio

A abordagem iniciou-se a partir dos conhecimentos prévios do aluno sobre o assunto. Para isso, foi apresentado um slide, exemplificado na figura 14, com a pergunta "o que está acontecendo?" traduzida em LIBRAS na sequência, além de duas imagens, a primeira representando a poluição de um rio e a segunda pela morte dos peixes em consequência as algas representadas pela grande massa verde na figura. Após a observação, perguntou-se o que ocorria em cada imagem dando início à recapitulação dos conceitos sobre esgoto, a necessidade de oxigênio dos peixes e o problema das algas.

Figura 14. Slide para a introdução do conteúdo.

Fonte: Autor[19].

Estrutura e Simulação do Modelo

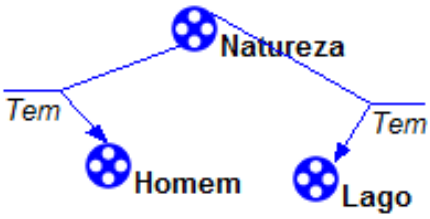
O modelo então pertinente ao contexto traz como conceito a produção de esgoto pelo homem que ao liberar matéria orgânica em rios ou lagos acaba por aumentar drasticamente o número de algas em suas superfícies, tendo como consequência a morte de plantas presas ao leito e a diminuição do oxigênio dissolvido na água. De forma correlata, os peixes e outros seres que vivem nesse ambiente, pela queda de oxigênio, veem a óbito inabilitando o habitat para a vida.

O tema foi abordado de forma simplificada, implementados no modelo para que se possa observar um panorama geral do ocorrido, demonstrando as causas e efeitos proporcionados pelos elementos no modelo.

As entidades envolvidas no modelo foram **Natureza**, **Homem** e **Lago**, que representam o sistema no qual o fenômeno pôde-se ser observado. (Figura 15).

[19] Quadro construído pelo autor por meio de figuras disponíveis em < http://www.arionaurocartuns.com.br/>; < http://www.acessibilidadebrasil.org.br/libras/> .Acessado em 15 de abr. 2015.

Figura 15. Entidades do modelo.



Fonte: Autor

Como estrutura do modelo temos as **entidades** e **configurações**, apresentada na tabela 2.

Tabela 2. Entidades e suas configurações.

ENTIDADE	CONFIGURAÇÃO	ENTIDADE-ALVO
Natureza	Tem	Homem
Natureza	Tem	Lago

Fonte: Autor

Atreladas as **entidades** foram associadas **quantidades**: *esgoto*, *algas*, *oxigênio* e *número de peixes*. Por sua vez as **quantidades** foram ligadas a um **espaço quantitativo** básico que proporciona valor a cada **quantidade**.

Tabela 3. Entidades com suas respectivas quantidades e espaços quantitativos.

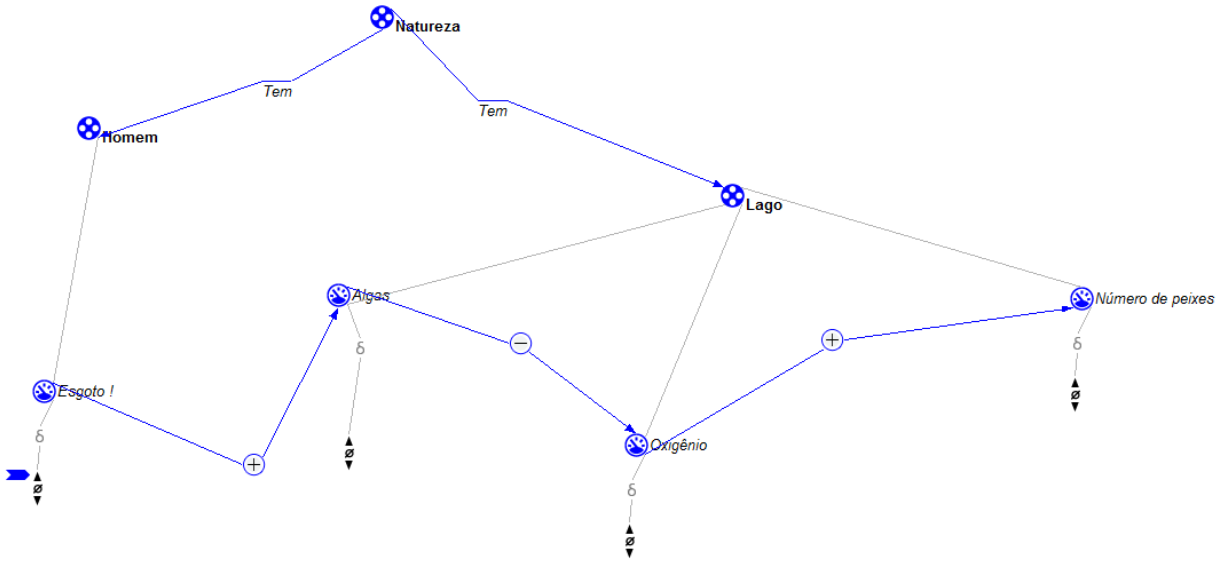
ENTIDADE/AGENTE	QUANTIDADE	EQ
Natureza	Não há	Não há
Homem	Esgoto	Aumenta ou diminui
Lago	Algas	Aumenta ou diminui
Lago	Oxigênio	Aumenta ou diminui
Lago	Número de Peixes	Aumenta ou diminui

Fonte: Autor.

O **cenário** no modelo demonstrou que tanto o *lago* como o *homem* fazem parte da *natureza*, representado pela **configuração** "tem". Por sua vez o *homem* produz *esgoto* que influencia positivamente (+) as *algas*, demonstrando que se o *esgoto* aumenta as *algas* também. Dado que as *algas*, os *peixes* e o *oxigênio* fazem parte do *lago*, cada um apresenta

uma ligação. As *algas* influenciam negativamente (-) o *oxigênio* dissolvido no *lago* que por sua vez influência positivamente (+) o *número de peixes* (Figura 16).

Figura 16. Modelo Poluição da Água construído por meio do EA 2.



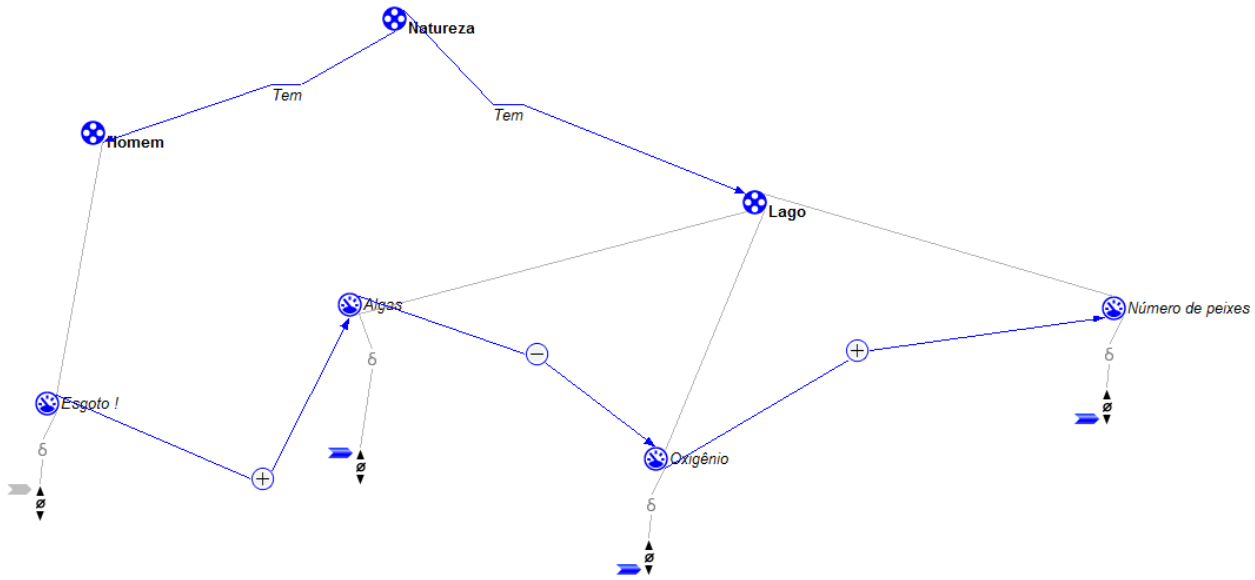
Fonte: Autor

A simulação do modelo demonstrou os efeitos da produção de *esgoto* para o aluno. As setas azuis indicam o valor da **quantidade**, se para cima indica aumento, se para baixo indica diminuição. O ponto de exclamação em *esgoto* representa o início da simulação (Figura 17).

A demarcação na seta para cima indica que a **quantidade** de *esgoto* produzida pelo *homem* está aumentando tendo efeito direto na **quantidade** de *algas* presentes no *lago*. Consequentemente com o aumento das *algas*, o *oxigênio* dissolvido na água diminui afetando o *número de peixes* que vivem no *lago*. Isso demonstrou que o número ou a população de *peixes* são dependentes do *oxigênio*.

Foi importante demonstrar para o aluno nesse modelo a interação entre seus componentes e o efeito que a mudança causada por cada um. Para uma compreensão completa, ao observar todos os aspectos do modelo como também cada particularidade, o aluno deveria entender a causalidade. Por exemplo, ao analisar somente a diminuição no *número de peixes* ele deveria compreender que o *oxigênio* também diminui, uma vez que as *algas* aumentaram por consequência do aumento do *esgoto* produzido pelo *homem*.

Figura 17. Simulação do modelo.

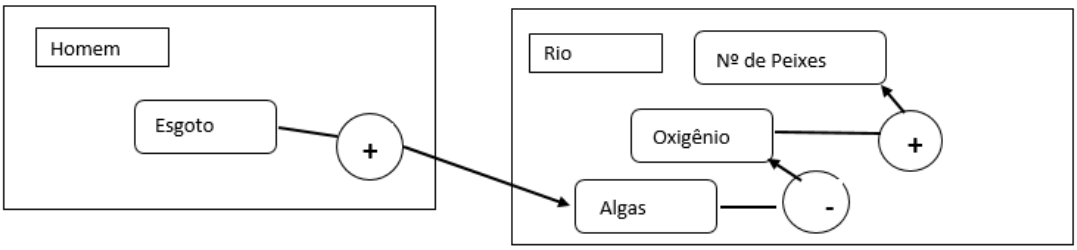


Fonte: Autor.

A simulação criou um modelo causal (Figura 18), em que se observa as **entidades**, as **quantidades** e suas respectivas relações causais.

O modelo "Poluição da Água" demonstrou o efeito drástico que as atividades do homem têm em um sistema natural, tornando-o excelente para uma representação em sala de aula.

Figura 18. Modelo Causal gerado na simulação do cenário.



Fonte: Autor.

Com a simulação as questões foram orientadas de modo a levantar as entidades e relações de um quadro de poluição da água que envolve o processo de eutrofização. Assim, o aluno foi levado a construir as seguintes proposições:

a) A natureza contém homem e lago.
b) O homem produz esgoto.

c) No lago vivem as algas e os peixes.
d) As algas se alimentam do esgoto.
e) O aumento do esgoto leva ao aumento das algas.
f) As algas consomem oxigênio.
g) O aumento das algas diminui a porcentagem de oxigênio.
h) Os peixes precisam do oxigênio para viver.
i) A diminuição do oxigênio causa a morte dos peixes.

4.4.2 Aula de Poluição do Ar

A qualidade do ar e sua degradação representa um fator direto na saúde humana. Desde a Revolução Industrial o homem tem usado combustíveis fósseis para a realização e construção de sua vida moderna. Para tal o ser humano modificou o meio ambiente criando espaços físicos artificiais- as cidades- local tanto de trabalho quanto de moradia.

No entanto um desequilíbrio foi instaurado, as atividades laborais ocorrem no mesmo espaço em que as atividades recreativas, ou seja, o produto da queima de combustíveis fosseis da indústria são lançados no mesmo ambiente onde o ser humano vive. Segundo Alves, Alves e Silva (2009) a queima desses combustíveis "liberam substância químicas que se concentram na atmosfera provocando desequilíbrio". Essas substâncias, também denominadas poluentes, são liberadas por chaminés de industrias e pelos carros, classificados como fontes poluidoras (BRAGA *et al*, 2007).

A concentração desses poluentes influencia significantemente a saúde da população. O aparecimento de doenças respiratórias é concomitante ao nível de poluição do ar como relata Vasconcelos e colaboradores (2007). Segundo o autor a inalação dos poluentes pelo sistema respiratório tende a ser acumulativa, a exposição constante pode resultar em casos de asma e sinusite bem como afetar vários órgãos, entre eles os olhos, o nariz, a garganta e o pulmão.

Esse resultado na qualidade de vida da população é uma repercussão do processo de urbanização das cidades uma vez que a recriação de um ambiente se dá às custas da destruição do ambiente natural, resultando em problemas ambientais específicos (ALVES; ALVES; SILVA, 2009).

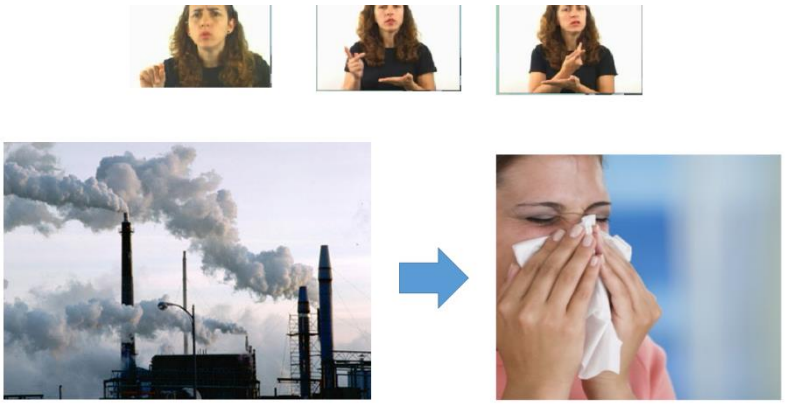
São indiscutíveis a influência e a presença desse assunto no cotidiano. O tema poluição do ar é decorrente de um intenso processo de modificação do ambiente que ainda se apresenta, pois diariamente o ser humano adequa o espaço onde vive à sua maneira. A construção de um espaço seu só não pode resvalar na questão de sua própria saúde, pois não vale a pena construir a sua morada em um lugar onde não se pode viver.

A discussão do tema e sua relevância justifica sua inserção nos estudos, pois o aluno é agente atuante nesse processo, sendo tanto responsável pela boa manutenção quanto pela degradação do ambiente em que vive.

Introdução ao Conteúdo e Conhecimento Prévio

Como na aula sobre Poluição da Água, a abordagem iniciou-se por meio de conceitos já estabelecidos anteriormente pelo aluno sobre o assunto. Para isso, foi apresentado um slide, exemplificado na Figura 19, com a pergunta "o que está acontecendo? " Traduzida em LIBRAS na sequência, além de duas imagens, a primeira representando a poluição de uma fábrica e a segunda uma pessoa assoando o nariz, pressupondo que está doente. Após a observação foi perguntado o que ocorre em cada imagem dando início a recapitulação dos conceitos sobre poluição do ar, a relação do homem com a poluição e as doenças respiratórias decorrentes.

Figura 19. Slide para a introdução do conteúdo.



Fonte: Autor[20].

[20] Quadro construído pelo autor por meio de figuras disponíveis em < http://www.quimica.com.br/estado-paulista-inova-ao-tentar-debelar-poluicao-por-meio-de-politica-de-compensacoes-e-de-negociacao-de-creditos//>; < http://www.dicasdesaude.info/dicas/prevencao-da-gripe-e-resfriado> < http://www.acessibilidadebrasil.org.br/libras/> .Acessado em 15 de abr. 2015.

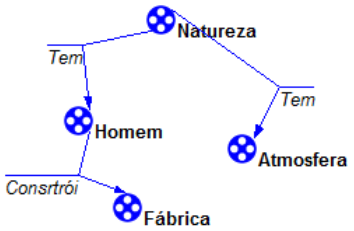
Estrutura e Simulação do modelo

O modelo trouxe o conceito sobre a liberação de gases poluidores, produzidos por fábricas construídas pelos próprios homens, e seus efeitos na saúde humana.

O tema foi abordado de forma simplificada, implementados no modelo para que se possa observar um panorama geral do ocorrido, demonstrando as causas e efeitos proporcionados pelos elementos no modelo.

As entidades envolvidas no modelo foram **Natureza**, **Homem**, **Fábrica** e **Atmosfera**, que representam o sistema no qual o fenômeno poderá ser observado, conforme a Figura 20.

Figura 20. Entidades do modelo.



Fonte: Autor.

Como forma de ligação entre as entidades o modelo apresenta as configurações demonstrada na tabela 4.

Tabela 4. Estrutura da Simulação Poluição do ar.

ENTIDADE	CONFIGURAÇÃO	ENTIDADE-ALVO
Natureza	Tem	Homem
Natureza	Tem	Atmosfera
Homem	Constrói	Fábrica

Fonte: Autor.

Atreladas as **entidades** foram associadas **quantidades**: *doenças respiratórias* foi associada a **entidade** *homem*; da mesma forma *poluição* a **entidade** *fábrica* e *ar limpo* a **entidade**

atmosfera. Por sua vez as **quantidades** são ligadas a um **espaço quantitativo** básico que proporciona valor, aumenta ou diminui, a cada **quantidade**. Cada um está representado na tabela 6 abaixo.

Tabela 5. Entidades com suas respectivas quantidades e espaços quantitativos.

ENTIDADE/AGENTE	QUANTIDADE	EQ
Natureza	Não há	Não há
Homem	Doenças Respiratórias	Aumenta ou diminui
Fábrica	Poluição	Aumenta ou diminui
Atmosfera	Ar limpo	Aumenta ou diminui

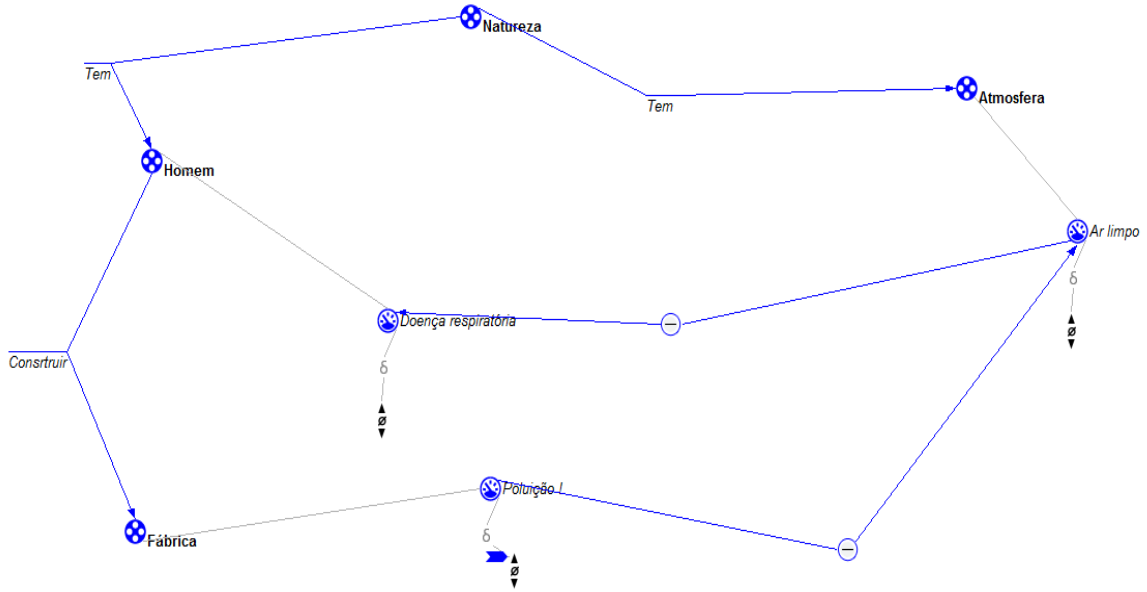
Fonte: autor.

O cenário construído no modelo refez os conceitos primários da aula anterior ao apresentar o *homem* e a *atmosfera* fazendo parte da *natureza*. Porém foram inseridos novas **entidades** e **quantidades** pertinentes ao conceito estudado. Neste modelo a **entidade** *homem* foi ligado a **entidade** *fábrica* inferindo que ele participa de sua construção. A fábrica por sua vez libera gases poluentes indicado pela **quantidade** *poluição*. A **entidade** *homem* ainda apresenta uma **quantidade** atrelada a ele denominada *doença respiratória* que constitui as várias enfermidades que ele pode contrair.

Ainda no modelo a **entidade** *atmosfera* foi ligada a **quantidade** ar limpo, representando o ar não poluído pela ação dos gases.

Todas as **quantidades** foram ligadas entre si por **influências**. A poluição exibe uma **influência negativa** (-) com o ar limpo. Essa **influência** se repete na relação entre *ar limpo* e *doença respiratória*. Isso indica que com o aumento da *poluição* o *ar limpo* diminui, e como consequência há um aumento no número de *doenças respiratórias*. Vale lembrar que essa **influência** não é quantitativa ou de valor, mas sim indica proporcionalidade, se negativa são inversamente proporcionais, se positivas são diretamente proporcionais, ou seja, uma vez que a **quantidade** *poluição* tem indicado aumento a **quantidade** *ar limpo* diminuirá e vice-versa. O **cenário** construído para o modelo pode ser observado na figura 21.

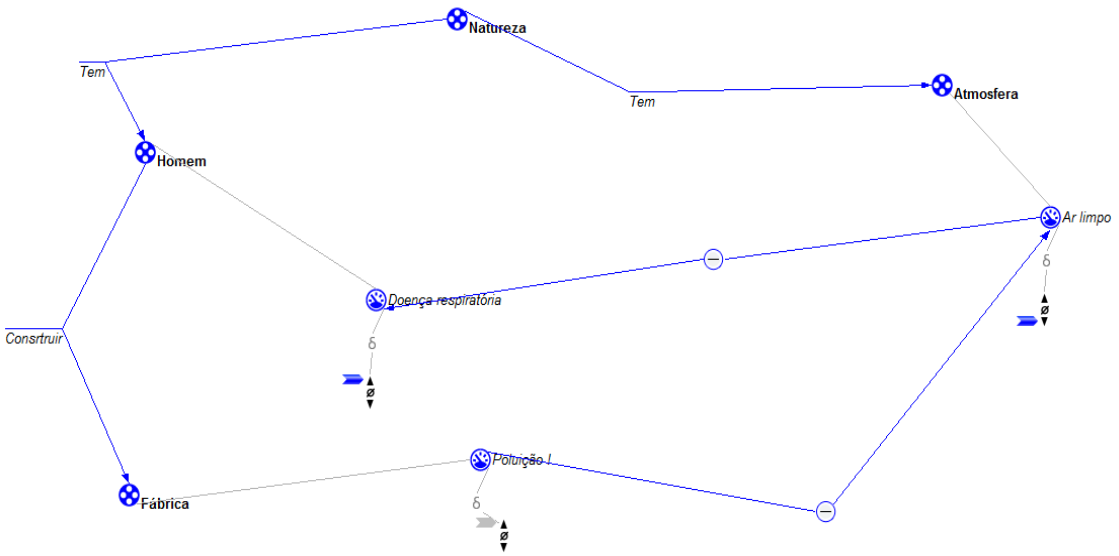
Figura 21. Modelo Poluição do Ar.



Fonte: Autor.

A simulação do modelo, mostrada na figura 22, caracterizou o conceito da poluição pelos gases e sua consequente manifestação em forma de doenças respiratórias para o aluno. Seu início é demarcado pela exclamação, como visto anteriormente, na **quantidade** de escolha, no caso, para a compreensão de causa e efeito completa do conceito analisado a **quantidade** *poluição* é escolhida. Em seu **espaço quantitativo** é marcado a seta para cima, ao qual indica aumento. É visto que o aumento dessa **quantidade** afeta o *ar limpo*, que, em consequência, apresenta seta marcada para baixo, indicando assim uma diminuição. Isso afeta diretamente a **quantidade** *doença respiratória*, visto que com a diminuição do *ar limpo* seu número aumenta, indicando ao aluno que as doenças respiratórias são dependentes da qualidade do ar.

Figura 22. Simulação do modelo.

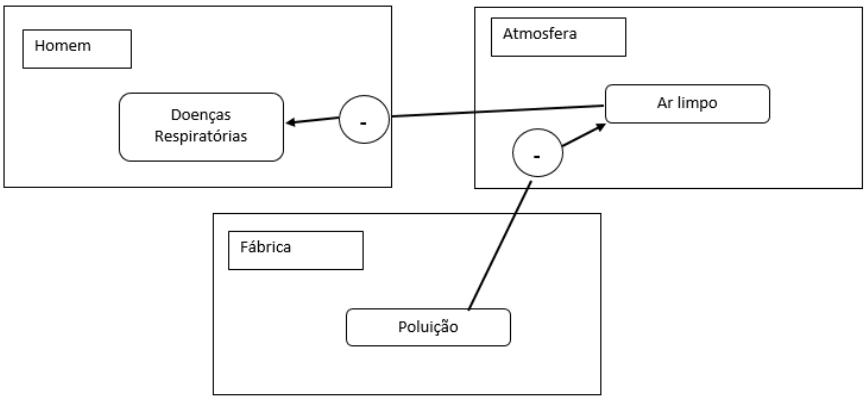


Fonte: Autor.

A simulação criou uma modelo causal (Figura 23), em que se observa as **entidades**, as **quantidades** e suas respectivas relações causais.

O modelo "Poluição do Ar" demonstrou o efeito que uma atividade produzida pelo homem representa não só para a natureza como também em sua própria saúde.

Figura 23. Modelo causal obtido pela simulação.



Fonte: Autor.

Por meio da simulação as questões foram orientadas de modo a levantar as entidades e relações de um quadro de poluição do ar que envolve o processo de eutrofização. Assim, o aluno foi levado a construir as seguintes proposições:

a) A natureza contém o homem e a atmosfera.
b) A atmosfera tem ar.
c) O homem constrói a fábrica.

d) A fábrica polui.
e) A poluição diminui o ar limpo da atmosfera.
f) Pouco ar limpo causa doenças respiratórias no homem.
g) O ar limpo é importante para a saúde do homem.

4.4.3 Aula de Poluição do Solo

Segundo Campos (2007) o solo é composto por rochas e minerais associados a matéria orgânica que perfaz a porção mais externa da crosta terrestre. Ele tanto interage com a água, em lençóis freáticos e na permeabilidade da água da chuva, quanto com o ar, ajudando na decomposição por organismos aeróbicos.

O solo apresenta várias camadas em que estão misturados vários minerais, bactérias e compostos orgânicos, sendo divididos em tipos de acordo com sua composição. Característica essa usada pelo ser humano para produzir alimento e retirar substâncias de importância econômica.

Essas atividades desencadeadas pela expansão urbana modicaram e ainda modificam intensamente o solo. Para Campos (2007) os processos de erosão, compactação, poluição por substâncias orgânicas, inorgânicas, entre outras, de forma constante prejudicam a qualidade do solo levando a sua degradação.

Um processo comum e relevante que influencia a conservação do meio ambiente, da saúde individual e coletiva é a produção de resíduos sólidos. Segundo Demajorovic (1995) suas características se diferenciam daquilo que é denominado “lixo” por apresentar valor econômico e ser passível de reaproveitamento. A exemplos como papel, latas de alumínio, garrafas PET e pneus.

Em contrapartida do “lixo” orgânico, restos de comida principalmente que se decompõe rapidamente, os resíduos sólidos podem levar até séculos para serem absorvidos na natureza (ROCHA, 2012). Segundo Soares, Salgueiro e Gazineu (2007) o processo de decomposição não controlado produz chorume, que por apresentar em sua composição metais pesados contaminam o solo e os veios hídricos, Rocha (2012) ainda os descreve como fonte de criadouros para vetores e agentes patogênicos como aqueles que causam leptospirose e dengue.

A preocupação com a coleta e a gestão desses resíduos é justificada visto os problemas causados em decorrência da grande quantidade produzida todo ano. O tema, então, apresenta ampla relevância sendo de grande importância sua discussão na sala de aula já que faz parte do cotidiano do próprio aluno.

Introdução ao Conteúdo e Conhecimento Prévio

Da mesma maneira que as aulas anteriores a abordagem iniciou-se pela recapitulação dos conceitos pré-estabelecidos dos alunos sobre o conteúdo. Foi mostrado um slide (Figura 24), com duas imagens; a primeira representa um depósito de pneus e a segunda o mosquito da dengue em cima de um pneu sendo observado por uma mãe e um filho assustados. Após a observação foi perguntado o que ocorre em cada imagem, a fim de relembrar e iniciar a compreensão da poluição do solo e dos riscos à saúde humana decorrentes deste ato.

O aluno foi estimulado a compreender inicialmente que os pneus deixados ao ar livre são alvo da reprodução de mosquitos, incluindo o mosquito causador da dengue.

Figura 24. Slide para introdução do conteúdo.

Fonte: Autor.[21]

[21] Quadro construído pelo autor por meio de figuras disponíveis em < http://www.ufrgs.br/ensinodareportagem/meiob/asfaltob.html>; < http://3.bp.blogspot.com >; < http://www.acessibilidadebrasil.org.br/libras> Acessado em 15 abr. 2015.

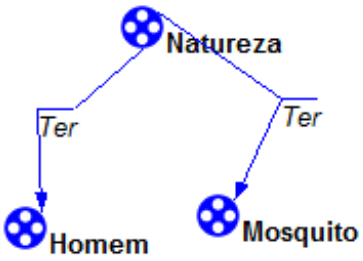
Estrutura e Simulação do modelo

O modelo trouxe o conceito sobre o descarte de lixo no solo pelo homem, a qual se enquadra o pneu, sua relação com o aumento dos mosquitos e consequentemente o aumento de casos de dengue.

O tema foi abordado de forma simplificada, implementados no modelo para que se possa observar um panorama geral do ocorrido, demonstrando as causas e efeitos proporcionados pelos elementos no modelo.

As entidades envolvidas no modelo foram **Natureza**, **Homem**, e **Mosquito**, que representam o sistema, no qual o fenômeno pôde ser observado (Figura 25).

Figura 25 -- Entidades do modelo.



Fonte: Autor

Como forma de ligação entre as **entidades** o modelo apresentou as **configurações** demonstradas na tabela 6.

Tabela 6. Entidade e suas configurações.

ENTIDADE	CONFIGURAÇÃO	ENTIDADE-ALVO
Natureza	Tem	Homem
Natureza	Tem	Mosquito

Fonte: Autor.

O cenário construído para o modelo demonstrou que o homem faz parte da natureza, por meio da **configuração** "ter" como acontece nos outros **cenários**, porém agora uma nova **entidade** é apresentada, o *mosquito*, que também faz parte da *natureza*.

Nesse modelo cada **entidade** apresenta uma **quantidade**, no caso *homem* está ligada a *lixo*, que indica a quantidade de lixo produzida, e *mosquito* foi ligada a **quantidade** *número de mosquitos*, indicando o número de sua população.

Tabela 7. Quantidades e espaços quantitativos.

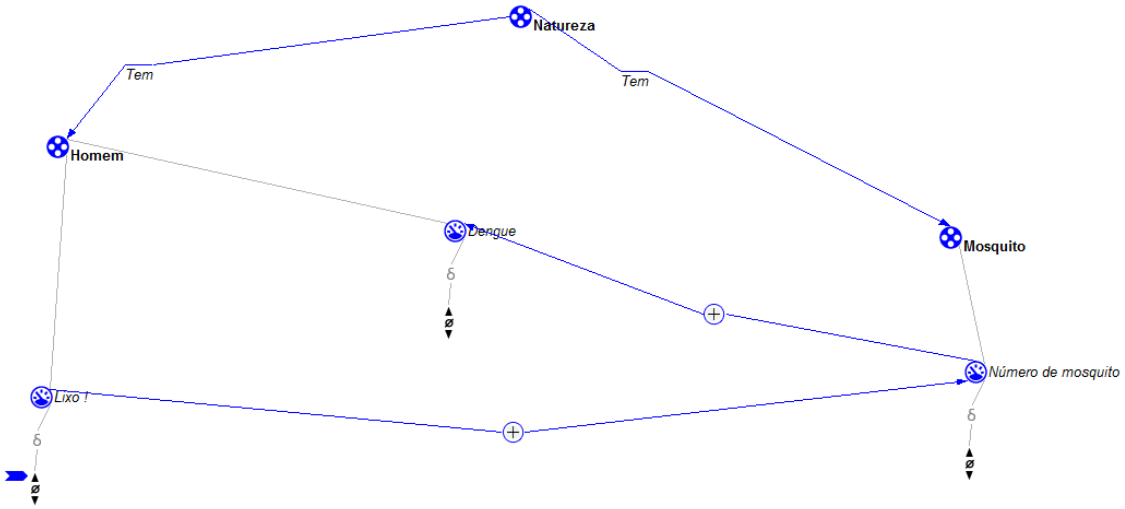
ENTIDADE/AGENTE	QUANTIDADE	EQ
Natureza	Não há	Não há
Homem	Lixo	Aumenta ou diminui
Homem	Dengue	Aumenta ou diminui
Mosquito	Número de Mosquitos	Aumenta ou diminui

Fonte: Autor

O *homem* ainda apresenta a **quantidade** *dengue* que representa o número de casos dessa doença. Essa **quantidade** sofre influência da *número de mosquitos* indicando uma relação positiva (+) entre tais quantidades.

Como entre *número de mosquitos* e *dengue* as outras **quantidades** também apresentam **influências** (Figura 26). O *lixo* influencia positivamente (+) a *número de mosquitos* demonstrando que uma vez que o lixo aumente a população de mosquitos também irá aumentar, sendo o contrário também verdadeiro.

Figura 26. Modelo de poluição do solo.

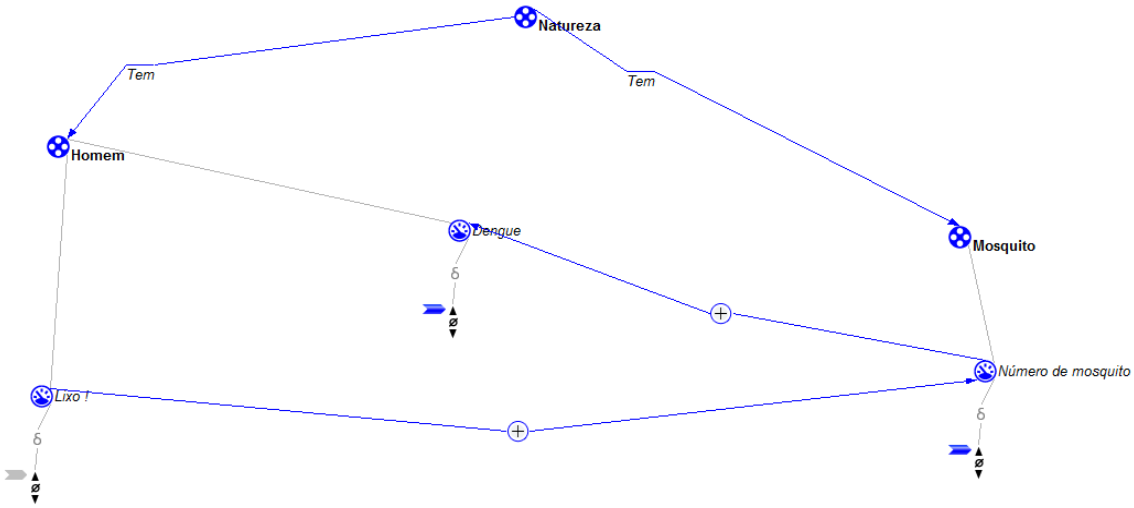


Fonte: Autor.

A simulação (Figura 27) indicada pelo ponto de exclamação, demonstrou visualmente as causas e efeitos de uma determinada escolha no modelo. Ao indicar a seta

para cima no espaço quantitativo de lixo, imediatamente, na simulação, por consequência das relações produzidas pela **configuração** o **espaço quantitativo** da *número de mosquitos* também aparece com a seta para cima, indicando aumento. Logo a **quantidade** *dengue* também se observa aumentada. Isso demonstra a relação entre a quantidade de lixo produzida pelo homem e o aparecimento de casos de dengue.

Figura 27. Simulação do modelo.

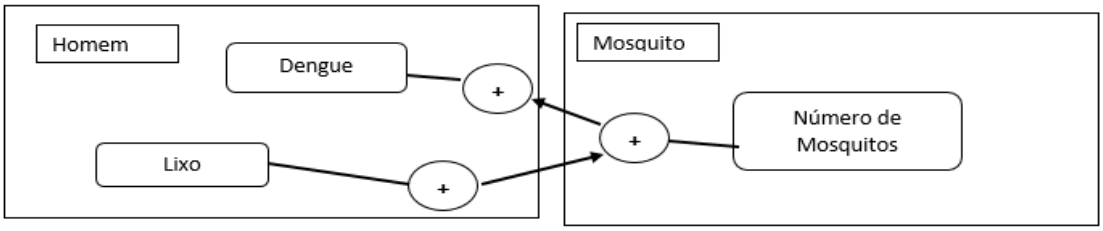


Fonte: Autor.

A simulação criou um **modelo causal** (Figura 28), em que se observa as **entidades**, as **quantidades** e suas respectivas relações causais.

O modelo "Poluição do Solo" demonstrou o efeito que atividades e a falta de conscientização do homem tem não só na natureza como também em sua própria saúde.

Figura 28. Modelo causal obtido com a simulação.



Fonte: Autor.

Por meio da simulação as questões foram orientadas de modo a levantar as **entidades** e relações de um quadro de poluição do solo que envolveu também o aparecimento de uma doença, a dengue. Assim, o aluno foi levado a construir as seguintes proposições:

a) A natureza contém o homem e o mosquito.
b) O homem produz lixo
c) O mosquito aumenta em consequência do aumento do lixo.
d) O mosquito causa dengue.
e) Dengue prejudica o homem.
f) Muitos mosquitos aumentam os casos de dengue.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, apresentam-se os resultados e a discussão elaborados a partir de análises de cada transcrição das aulas realizadas (Apêndice B) e dos questionários efetuados pelos alunos (Apêndice A). Para uma melhor compreensão a apresentação seguira a sequência de aplicação: primeiro o Aluno 1; depois o grupo de Alunos 2, 3, 4. Todas essas ações forneceram dados para alcançar o objetivo dessa pesquisa.

5.1 Análise das Aulas Aplicadas ao Aluno 1

A partir da transcrição (Apêndice B) das três aulas realizadas, foram extraídos fragmentos, de forma sequenciada, que evidenciam os momentos de interação do Aluno 1 com o software *DynaLearn*, com o conteúdo e com o pesquisador.

É importante ressaltar que as gravações foram cuidadosamente avaliadas e as transcrições foram centralizadas e destacadas no texto. O sujeito da pesquisa foi denominado Aluno 1 e o aplicador de Pesquisador. Como o Aluno 1 não apresenta oralização e somente se comunica em LIBRAS, a transcrição, neste tópico, foi traduzida nos moldes da Língua Portuguesa para uma melhor compreensão, sendo acrescentado artigos e conectivos bem como a flexão dos verbos, sem que seja alterado seu significado. Alguns fragmentos apresentarão comentários entre parênteses que explicam a situação da aula.

Optou-se por agrupar as etapas das 3 aulas - aplicação do conhecimento prévio; aplicação do software *DynaLearn* e aplicação do questionário - com o intuito de se observar e analisar a evolução da aprendizagem do Aluno 1 em cada uma delas.

5.1.1 Análise da aplicação dos conhecimentos prévios

De acordo com Almeida (2013) e Campello (2008) a Pedagogia Visual traz contribuições significativas no processo de aprendizagem do aluno surdo, uma vez que eles estejam incorporados ao método pedagógico. De acordo com essa afirmativa a primeira parte

da aula de Poluição da Água discorreu com a exposição prévia do conteúdo por meio de figuras dispostas em slides. O Aluno 1 foi indagado sobre cada elemento presente nas figuras.

Pesquisador: O que está acontecendo?
Aluno 1: Está sujo, sujeira de banheiro, sabão no rio.
Pesquisador: Lixo, esgoto. O esgoto é comida para as algas. Se tem muito lixo o que acontece com as algas?
Aluno 1: Aumentam?

Por meio das perguntas o Aluno 1 tentou compreender a relação do esgoto com as algas, sendo este último um elemento novo em seu vocabulário. Nesse quesito a professora interprete-tradutora interferiu positivamente para explicar essa relação.

Por outro lado, a imagem das algas verdes no lago em que se vê os peixes mortos destaca visualmente a relação negativa entre as algas e os peixes e dessa maneira o Aluno 1 compreende melhor.

Pesquisador: Algas não são boas para os peixes. Então se tem muito lixo tem muita alga e os peixes?
Aluno 1: Os peixes morrem.

Isso demonstra que as imagens presentes facilitaram a percepção do Aluno 1 e consequentemente a compreensão da situação corroborando com o estudo de Almeida (2013) "*Utilização da pedagogia visual no ensino de alunos surdos: uma análise do processo de formação de conceitos científicos*" em que ao usar a pedagogia visual para apresentar o tema sobre guerra gerou reflexão e curiosidade dando base ao desenvolvimento intelectual do aluno.

A percepção de causador e afetado vista na aula de Poluição da Água foi observada de maneira distinta quando foram apresentados os slides com as figuras da aula de Poluição do Ar. Nela se destacava uma fábrica e uma pessoa doente.

Pesquisador: O que você vê aqui? (Aponta para a fábrica e para a pessoa)
Aluno 1: Fábrica, fumaça e uma pessoa resfriada.

Quando perguntado quem constrói a fábrica o Aluno 1 se viu confuso tendo como resultado uma longa explicação para que ele chegasse sozinho a conclusão de que o homem é aquele que a constrói. No slide não havia uma figura de um homem ou qualquer relação sua com a fábrica. Isso evidencia, como dito anteriormente, a importância da imagem, visto que, no caso, ela apenas infere a participação do homem, e não o relaciona diretamente a fábrica ao contrário do que seria uma figura em que visivelmente o homem está trabalhando dentro dela. Dessa forma, talvez, o aluno conseguisse perceber essa ligação e não necessitaria de uma longa explanação para chegar ao resultado.

Outro dado importante é a inserção do conteúdo ao seu cotidiano. Acostumado com palavras, ou mais especificamente sinais, específicos e de fácil compreensão a palavra poluição por exemplo se transforma, no decorrer da aula, em ar sujo sem que aja uma mudança conceitual.

Pesquisador: Pessoa faz a fábrica, não é? O que é isso? (A*ponta para a fumaça da fábrica*)
Aluno 1: Sim. Ar sujo.
Pesquisador: E o que ela causa nas pessoas?
Aluno 1: Faz mal ao pulmão.

Isso também é observado na aula de Poluição do Solo, como pode-se ver no fragmento abaixo, na qual se insere os conceitos de dengue e lixo.

Pesquisador: O que está acontecendo?
Aluno 1: Pneu de carro e o mosquito tem a dengue.

As palavras são conhecidas e apresentam seus respectivos sinais, além disso a percepção foi mais rápida, uma vez que as figuras expostas são extensamente vinculadas pela mídia da mesma maneira que o assunto se vê inserido em seu cotidiano. Nesse caso o aluno relacionou os pneus a proliferação do mosquito e mesmo não havendo nenhuma ilustração sobre a dengue, novamente, o aluno buscou em seus conhecimentos cotidianos a ligação entre o mosquito e a doença.

Essa percepção é acentuada no fragmento abaixo.

Pesquisador: O homem, ele faz o lixo. E o pneu?
Aluno 1: Chove no pneu e o mosquito nasce e pica a pessoa e ela fica doente.

Mesmo não havendo a representação de um homem na figura o Aluno 1 não apresenta dúvida quanto a quem produz o lixo.

Esse conhecimento prévio é fruto dos conceitos adquiridos no cotidiano. A Secretaria da Educação Especial por meio do livro Saberes e Práticas da Inclusão (BRASIL, 2006) denomina esses conceitos de espontâneos, ligados a vida diária e comenta que esses conceitos se não mediados por um professor, que domina o conhecimento formal, não serão ampliados e compreendidos de forma cientifica e natural.

As figuras mostradas em todas as aulas com intuito de expor previamente o conteúdo e relembrar conceitos sobre poluição tem efeito positivo na percepção do aluno e na ligação entre o conceito espontâneo e científico. O papel do pesquisador e da professora interprete-tradutora se mostra relevante perante o objetivo que cada figura apresenta ao levar a percepção do Aluno 1 sobre o conteúdo exposto. Não é qualquer proposta que desencadeia a aprendizagem, muito menos se não leva em conta os conhecimentos que o aluno já possui.

5.1.2 Análise da aplicação do software *DynaLearn*

A educação tem sido base para a aplicação de modelos qualitativos (BREDWEG; FORBUS 2003) e é uma área de interesse de vários trabalhos (SALLES, et al. 2004; FELTRINI et al. 2009; RESENDE, 2010) que usam o software *DynaLearn* como ferramenta pedagógica na explanação de conceitos científicos para surdos ao desenvolver o raciocínio inferencial e habilidades linguísticas na língua portuguesa em alunos do ensino médio e superior. De maneira a testar um novo público e analisar seus efeitos como ferramenta pedagógica a presente pesquisa aplicou o software em alunos do Ensino Fundamental analisando como se desenvolve seu raciocínio qualitativo e a compreensão das relações causais nos elementos dos modelos de Poluição criados.

Dessa maneira essa pesquisa apresentou em sua segunda parte da aula a demonstração dos conhecimentos prévios anteriormente estabelecidos, de forma concreta no *DynaLearn*. Em Poluição da Água o Aluno 1 tem seu primeiro contato com essa ferramenta. Os elementos trabalhados na primeira parte estavam dispostos e interconectados por meio do cenário no modelo, nessa segunda parte, criando uma imagem ratificada na Pedagogia Visual (FELTRINI et al. 2009).

O pesquisador destaca as relações entre as entidades, construídas por meio do elemento **configuração** do modelo, acompanhado pela percepção do Aluno 1.

Pesquisador: Olhe aqui. É a natureza.
Aluno 1: Sim.
Pesquisador: Está ligada ao homem. A natureza também tem o?
Aluno 1: Lago.

Durante a demonstração o Aluno 1 se depara com os conceitos vistos anteriormente, em especial a *alga* posto aqui como **quantidade** da **entidade** *lago*. Por se tratar de um elemento que não é visto nem comentado em seu dia-a-dia sua compreensão ainda é abstrata, da mesma maneira que o conceito de *oxigênio*, também uma **quantidade** do lago, apresentado depois no modelo. Com a ajuda da professora o *oxigênio* tem conotação de ar limpo, sendo usado como "O_2" na maioria das vezes como demonstra o fragmento abaixo.

Pesquisador: O lago tem o peixe. (*Aponta para o cenário*). Lago limpo, peixe está vivo.
Aluno 1: Entendi.
Pesquisador: Então. O Lago tem o ar limpo, o oxigênio, e o que mais? Lembra de antes? Tem as?
Aluno 1: Algas.

Isso aproxima a compreensão do aluno trazendo o conceito cientifico no mesmo patamar ao conceito cotidiano do Aluno 1. Ao dar uma roupagem distinta ao *oxigênio* o Aluno 1 parece transitar de seu conceito espontâneo para um conceito científico, como demonstra o fragmento abaixo.

Pesquisador: Então vamos voltar. A natureza. Ela tem?
Aluno 1: O lago.
Pesquisador: O que mais?
Aluno 1: O homem , o lago e os peixes.
Pesquisador: E o que mais?
Aluno 1: O O_2.

Em outro momento o Aluno 1 demonstra a aquisição desse conceito ao ser indagado sobre o que acontece com o oxigênio, respondendo com o sinal de O_2. Já a transformação de

um conceito abstrato em concreto parece ser induzida por meio das ligações (**configurações**) e das relações causais entre as **quantidades**.

Pesquisador: O que o homem joga no lago? (*Aponta para o cenário na ligação entre o esgoto e o homem*)
Aluno 1: Esgoto.
Pesquisador: O que acontece com as algas?
Aluno 1: Aumenta.
Pesquisador: Por que alga aumenta? (*Mostra o slide*).
Aluno 1: Porque come a sujeira (*esgoto*)

Isso se acentua quando o modelo é simulado e a atenção se vira para os **espaços quantitativos** de cada **quantidade**. Apontando a direção, se aumenta ou diminui, em que as **quantidades** tomam a partir de uma mudança na **quantidade-fonte** (*esgoto*), os **espaços quantitativos** demonstram as relações causais corroborando com Bredweg e Forbus (2003).

(*O pesquisador posiciona a seta para cima do **espaço quantitativo** do esgoto, indicando que ele está aumentando.*)
Pesquisador: O que mudou?
Aluno 1: Muitas algas (*aluno aponta*) e pouco O_2.
Pesquisador: E? (*aponta para a representação do peixe no modelo*)
Aluno 1: Pouco peixe.

De maneira a evidenciar a compreensão do aluno a seta no **espaço quantitativo** de *esgoto* é alterada para baixo, indicando uma diminuição na produção.

Pesquisador: E aí? O que você vê aqui? (*Aponta para a representação da alga no modelo*)
Aluno 1: Pouca alga.
(*Pesquisador aponta para a representação do oxigênio*)
Aluno 1: Mais O_2 (*aluno se adianta e sinaliza " peixe mais" apontando para a representação*)
Pesquisador: E o peixe?
Aluno 1: Peixe aumenta.

A percepção do aluno é evidente quando se trata dos elementos visuais. O Aluno 1 consegue perceber a mudança entre os **espaços quantitativos** e a influência entre cada **quantidade**. Para confirmar que esse conceito e as relações causais foram adquiridos o pesquisador retira a simulação e pergunta diretamente ao Aluno 1 sem a referência no software.

Pesquisador: Deixa eu ver. Peixe pouco, oxigênio?
Aluno 1: Pouco.
Pesquisador: E o que vai acontecer com a alga?
Aluno 1: muito.
Pesquisador: Isso, se a alga estiver muito o esgoto então?
Aluno 1: Esgoto muito também.

O Aluno 1 notadamente consegue compreender as relações causais, mesmo que essas sejam indagadas de maneira contrária ao demonstrado no programa, evidenciando a aquisição e a compreensão das relações no sistema. Mesma situação é observada na pesquisa de Feltrini (2009), quando se analisa o respaldo dos alunos ao se aplicar o modelo com o tema "mudanças climáticas". Nele os alunos afirmaram que o modelo causal ajudou a entender o tema e, ainda mais, aprender novos conceitos.

Quando o tema Poluição do Ar é ministrado ao Aluno 1 algumas dificuldades pontuais são observadas. Logo após a explicação prévia do tema o pesquisador pede ao aluno que tente construir um cenário no software tendo como base as explanações ocorridas anteriormente por meio das figuras. O Aluno 1 então apresenta dificuldade em estabelecer o tema.

Pesquisador: Você sabe fazer o que a gente falou?
Aluno 1: Natureza e lago.
(*Professora explica*: *Primeiro foi a natureza, depois o lago. Isso foi no passado. Agora, vamos falar do ar sujo. Então em primeiro lugar, o que? A fábrica. As pessoas fizeram a fábrica. Com todo aquele ar sujo as pessoas ficaram doentes*.)
Pesquisador: Qual é esse? A natureza.
Aluno 1. Natureza. P-o-l-u-i-ç-ã-o (*faz datilologia*).
Pesquisador: Agora não. Primeiro natureza. (*mostra no programa*).

O Aluno 1 parece somente ligar o tema Poluição da Água com o software não compreendendo que ali pode ser construído outros sistemas. É mais provável que isso se deu

pelo fato de não ter observado nenhum outro sistema construído no software. Visto isso o Pesquisador abriu o **cenário** com o modelo de Poluição do Ar para o Aluno 1. Nele pôde se observar as **configurações** que ligavam as novas **entidades** *atmosfera* e *fábrica*.

Pesquisador: Natureza, ela tem?
Aluno 1: O homem.
Pesquisador: E o homem ele faz?
Aluno 1: A fábrica.
Pesquisador: Isso. Só que a fábrica faz o que?
Aluno 1: Ar sujo.
Pesquisador: Isso. Poluição. Agora a natureza tem o céu (*atmosfera*).

Dessa vez um novo conceito que não existe em seu vocabulário, nem em LIBRAS nem em Língua Portuguesa, aparece; a *atmosfera*. Com a ajuda da professora a *atmosfera* é explicada como uma "coisa" que está presente, mas não vemos, sendo o lugar onde o ar está. Outra palavra que não aparece em seu vocabulário é a poluição. Aqui o Aluno 1 troca esse termo por ar sujo, pois esse último apresenta seu respectivo sinal.

Pesquisador: Então a natureza, ela tem o Homem e tem a atmosfera (*aponta para a* ***entidade*** *atmosfera*). O céu, ar.
Aluno 1: Sim. (*Faz expressão de compreensão*).
Pesquisador: A atmosfera tem o ar limpo *(aponta para a* ***quantidade*** *correspondente*).
Aluno 1: Ar limpo.
Pesquisador: E o homem faz o que? (A*ponta para a* ***entidade***).
Aluno 1: Ar sujo.
Pesquisador: Isso, poluição. Então lembra disso (*aponta para o* ***espaço quantitativo*** *correspondente a poluição*).
Aluno 1: Sim.

O Aluno 1 se vê familiarizado com a disposição dos elementos do software e mesmo usando o termo ar sujo o pesquisador destacou a palavra poluição para que ele compreenda que ambos são a mesma coisa. Tanto a familiaridade quanto a compreensão do tema foram acentuados no decorrer da aula.

Pesquisador: A poluição faz o que com o ar limpo? (*aponta para as respectivas* ***quantidades***).

Aluno 1: Ar limpo abaixa.

Pesquisador: Isso, se tem muito ar sujo o que acontece com a doença (*aponta para a* ***quantidade***)?

Aluno 1: Pessoa tem um problema.

Pesquisador: Mas aumenta ou diminui?

Aluno 1: Tem mais, ela (*a doença*) aumenta.

O Aluno 1 apresentou uma compreensão clara das relações causais entre as **quantidades**. É possível perceber, pela dinamicidade das respostas, como as ligações entre cada elemento é relevante na assimilação dessas relações, o pesquisador ao apontar para as **quantidades** *poluição* e *ar limpo* deixa claro as ligações entre cada uma, dando possibilidade ao Aluno 1 de visualizar suas relações causais e compreender a influência que cada uma tem sobre a outra. Isso ficou mais explícito quando o modelo foi simulado tendo como **quantidade-fonte** a *poluição*. Seu **espaço quantitativo** foi indicado com a seta para cima, indicando dessa maneira que a poluição está aumentando.

Pesquisador: O que aconteceu? (*aponta para a* ***quantidade*** *poluição e a* ***quantidade*** *ar limpo*).

Aluno 1: Ar sujo aumenta e (*ar limpo*) diminui.

Pesquisador: E a doença? (*aponta para a quantidade doença*).

Aluno 1: Aumenta.

Pesquisador: Então, homem faz muita o que?

Aluno: Faz muita fábrica.

Pesquisador: E muita fábrica faz o que, então?

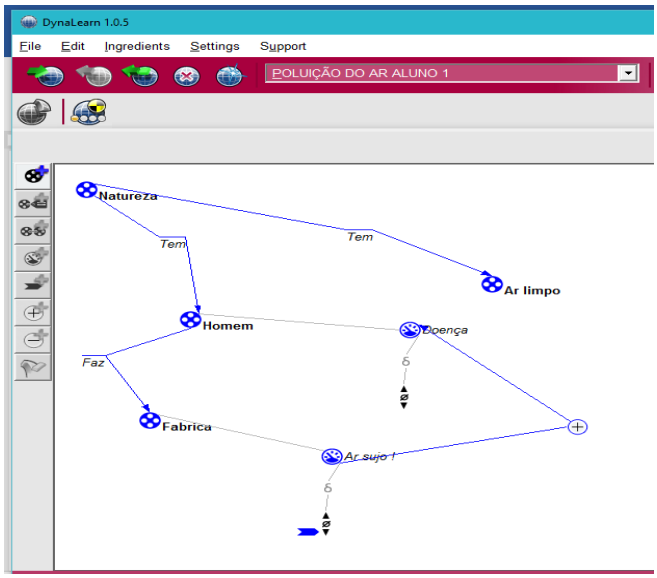
Aluno 1: Faz o ar sujo e doença também.

As setas indicadas em cada **espaço quantitativo** levaram o Aluno 1 a perceber o que está acontecendo com cada **quantidade**, dessa forma ele foi levado a compreender, de fato, as relações causais, deixando claro, que a *poluição* afeta o *ar limpo,* e que também causa as doenças no homem. O conceito de poluição pareceu, dessa forma, alcançado pelo aluno, pois quando apontado a respectiva **quantidade** o aluno responde com o sinal ar sujo, indicando a ligação subjetiva e a formalização de que um (*poluição*) é igual ao outro (*ar sujo*).

Com o intuito de atestar a compreensão do Aluno 1 quanto ao software o pesquisador pediu novamente que ele construísse um cenário com base no que foi explanado até o presente momento.

Pelo software só se apresentar na língua inglesa o aluno não compreende o que está escrito, porém, com a ajuda do pesquisador, visualiza os ícones na barra esquerda que são idênticos a seus respectivos elementos no cenário do modelo (Figura 29).

Figura 29. Modelo criado pelo Aluno 1.



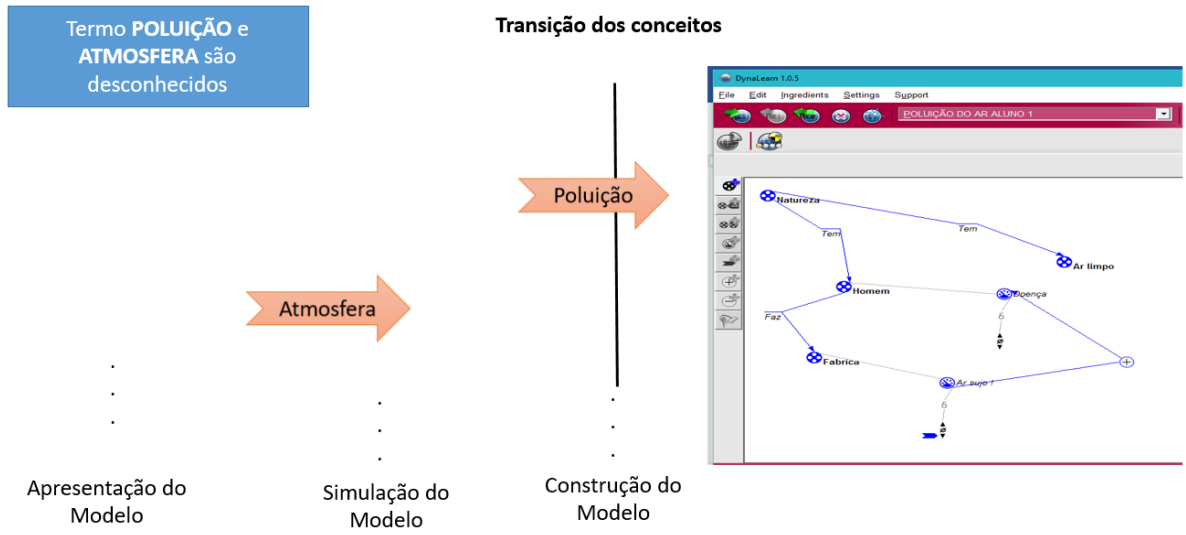
Fonte: Autor.

Percebeu-se que o Aluno 1 conseguiu criar um modelo causal baseado no que aprendeu. A maioria dos elementos estão presentes no modelo criado. As **entidades** são criadas de forma correta destacando a compreensão das ligações entre cada uma, do *homem* inserido na *natureza* e da *fábrica* sendo "feita" pelo *homem*. É evidente a relação causal que o aluno faz com as **quantidades** *poluição* (ar sujo) e a *doença* sendo que cada uma está ligada da mesma forma que foi observado na aula.

A mudanças, novamente, de termos, infere a importância do sinal na representação do conceito, uma vez que *poluição* não apresenta um sinal é mais fácil para o aluno o identificar como ar sujo, não significando necessariamente que ele não tenha assimilado o conceito cientifico (Figura 30). Marinho (2007) em sua pesquisa relata a pobreza de sinais quando se trata de termos científicos, mesmo o aluno compreendendo o conceito a falta de sinal prejudica o desenvolvimento do conhecimento, pois sempre o termo deverá ser feito em datilologia o que pode afasta-lo da proposta inicial do professor. Isso é percebido também com o termo *atmosfera* demonstrado na pesquisa como **entidade**. Sua ausência no modelo construído pelo aluno ressalta a falta de assimilação do conceito justamente por não existir um sinal, além de não fazer parte de seu cotidiano. O Aluno 1, surdo, que somente se comunica por LIBRAS, não se atém a palavra e só percebe o termo ar limpo, que por sua vez, apresenta seu respectivo sinal, dessa forma somente ele é lembrado ao construir o

cenário. Mesmo o termo *atmosfera* representado em uma imagem (o modelo), ela não foi suficiente para que o Aluno 1 conferisse sua devida importância, já que ele não participa ativamente das relações causais presentes no modelo.

Figura 30. Transição de conceitos e modelo construído pelo aluno.



Fonte: Autor.

A importância dos sinais e dos conceitos espontâneos se torna mais relevante quando analisada a última aula sobre Poluição do Solo. O tema dengue apresentado no modelo faz parte do cotidiano do aluno, sendo que todos seus elementos apresentam sinais. Aliado a isso, a familiaridade com o software tornou a aula extremamente dinâmica.

Pesquisador: Você está vendo? A natureza.

Aluno 1: Sim, a natureza.

Pesquisador: A natureza tem o homem e tem o mosquito (*aponta para as* ***entidades***)

Aluno 1: Sim (*fez expressão de compreensão*).

Pesquisador: O homem, ele faz o lixo.

Aluno 1: L-i-x-o (**depois faz o sinal correspondente**).

Pesquisador: Então, o homem faz o lixo. O mosquito tem o que? (*mostra a* ***quantidade*** *dengue*)

Aluno 1: Tem a dengue, a doença.

Pesquisador: Isso, o mosquito está ligado a dengue.

Aluno 1: Mosquito tem a dengue.

O fragmento demonstra a capacidade do Aluno 1 em identificar os elementos do modelo. Cada vez que o pesquisador aponta para uma **entidade** ou uma **quantidade** ele compreende e responde de acordo. Dessa maneira, o modelo e a imagem que ele configura se torna imprescindível para a compreensão do aluno, ao mostrar todo um sistema em forma de figura. O aluno pôde perceber cada elemento individualmente, mas ao mesmo tempo também concebeu a ligação de cada um, demonstrando que o elemento faz parte de um todo. Essas ligações são fortalecidas quando foi simulado o modelo.

Pesquisador: Muito lixo (*aponta para o* ***espaço quantitativo***).
Aluno 1: Tem muito.
Pesquisador: E mosquito? (*aponta para o* ***espaço quantitativo***).
Aluno 1: Muito mosquito, muita doença.

Pesquisador mudou o **espaço quantitativo** de lixo indicando sua pouca produção e simulou o modelo. O Aluno 1 observou e percebeu a mudança.

Pesquisador: Olhe aqui, pouco lixo.
Aluno 1: Mosquito pouco e doença pouco também.
Pesquisador: Então se tem pouca dengue, o mosquito?
Aluno 1: Pouco também.
Pesquisador: E o lixo?
Aluno 1: Pouco.
Pesquisador: Mosquito pouco.
Aluno 1: Depois ele vai aumentar.
Pesquisador: Por que ele aumenta?
Aluno 1: Por que homem vai fazer mais pneu e mais lixo.

Habituado a imagem do modelo e seu funcionamento, o aluno apresentou uma resposta rápida quando questionado. As direções das setas no **espaço quantitativo** foram percebidas logo, mesmo depois que o **espaço quantitativo** da **quantidade-fonte** (*lixo*) é alterada. A compreensão das relações causais foi confirmada ao observar que o Aluno 1 responde o que irá acontecer com outras **quantidades** sem ser questionado previamente e quando deduz o aumento futuro pela produção de mais lixo. Isso levou a crer que o conteúdo, os conceitos e as influências que cada elemento demonstraram no modelo foi assimilado pelo aluno. Porém

de forma a se certificar disso o pesquisador apresenta novamente o modelo de Poluição do Ar para o aluno.

Pesquisador: Você lembra que natureza tem o homem e a natureza tem o ar?

Aluno 1: Sim, lembro.

Pesquisador: Você lembra o que o homem faz?

Aluno 1: Ele faz a fábrica.

Pesquisador: E a fábrica faz o que?

Aluno 1: P-o-l-u-i-ç-ã-o (*datilologia*).

Pesquisador: O que está acontecendo aqui? (*aponta para as* ***quantidades*** *e* ***espaços quantitativos***).

Aluno 1: Fábrica muito, poluição muito e ar limpo muito. (*Olha o* ***espaço quantitativo***). Não, ar limpo pouco.

Esse último fragmento atestou que o conceito de poluição foi assimilado, passando, dessa forma, de um conceito espontâneo para um conceito cientifico. Além disso ficou evidente o papel do software como ferramenta facilitadora para a compreensão pelo Aluno 1 do funcionamento do sistema. Ao ser indagada o que está ocorrendo, prontamente usa o software para tirar a dúvida sobre seu raciocínio. Dessa forma, como relata Feltrini e colaboradores (2009), Resende (2010) e Salles e colaboradores (2012) o software apresenta valia ao ajudar a desenvolver habilidades cognitivas e no aprendizado de novos conceitos por meio do raciocínio qualitativo.

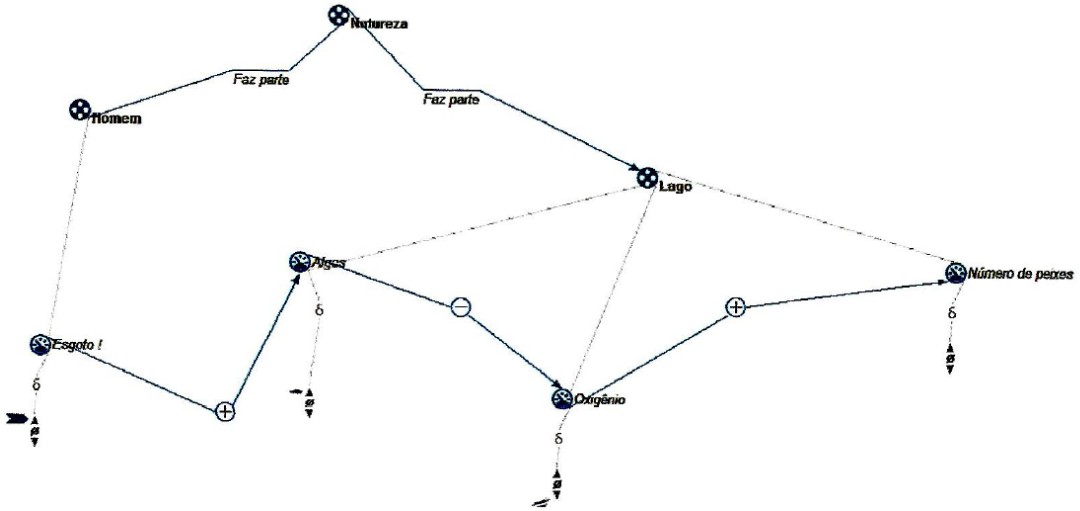
5.1.3 Análise do Questionário

Ao fim de cada aula foi distribuído um questionário (APÊNDICE B) que visava atestar a aprendizagem do aluno em relação ao conteúdo ministrado e observar se houve desenvolvimento do raciocínio qualitativo pela compreensão das relações causais entre os elementos do modelo. Cada questionário, independente do conteúdo, apresenta a mesma sequência de perguntas de forma a estabelecer a compreensão do aluno sobre cada assunto.

Para que houvesse conhecimento completo de todas as questões apresentadas no questionário, elas foram interpretadas em LIBRAS pela professora, ajudado pelo pesquisador, e respondidas progressivamente pelo Aluno 1.

A primeira pergunta relacionou a imagem, apresentada no tópico conhecimento prévio, com o modelo apresentado. Os **espaços quantitativos** da **quantidade-fonte** foram demarcados e foi pedido ao Aluno 1 que completasse os outros **espaços quantitativos** de acordo com a relação de cada um, como visto em aula. Na aula de Poluição da Água o aluno não demarcou o **espaço quantitativo** da **quantidade** *número de peixes* transparecendo a falta de correlação que fez entre a **quantidade** *oxigênio* e a **quantidade** *número de peixes* que pode ser observada na figura 31.

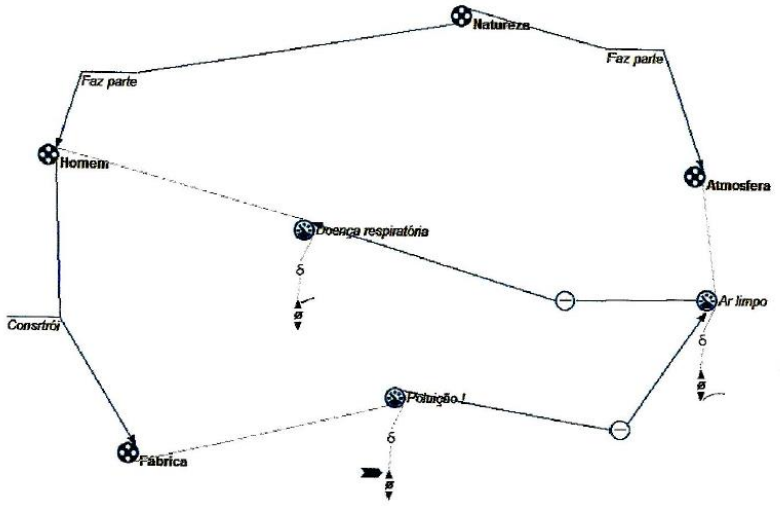
Figura 31. Resposta da questão 1 do questionário de Poluição da Água.



Fonte: Autor

Por ser o primeiro contato com o software ele se viu um pouco confuso com as ligações entre os elementos, porém as relações entre a **quantidade** *esgoto*, *algas* e *oxigênio* estavam corretas. Essa afirmação se torna mais concreta quando se analisa a mesma questão das aulas subsequentes demonstrada na figura 32.

Figura 32. Questão 1 do questionário de Poluição do Ar.



Fonte: Autor

Na aula de Poluição do Ar o Aluno 1, mais familiarizado com o software, conseguiu demarcar todas os **espaços quantitativos** de forma correta, o que demonstrou uma compreensão das relações de cada quantidade e de como o sistema funciona. O mesmo foi observado no questionário de Poluição do Solo.

Sua compreensão sobre as relações causais ficou mais evidente com a análise da segunda parte da questão. Posteriormente ao gráfico foi distribuído afirmações sobre a relação que existe entre cada **quantidade** para que o aluno marcasse sim, caso a afirmação estivesse correta, e não, caso a afirmação estivesse errada. Nessa questão a dúvida sobre o papel do oxigênio se destaca. Quando defrontado com o termo ar limpo o aluno respondeu de forma correta a afirmação (Figura 33). Provavelmente isso se deve a sua familiaridade quanto ao termo ar limpo em detrimento ao termo oxigênio.

Figura 33. Resposta do Aluno 1 sobre a relação causal entre as quantidades ar limpo e peixe.

Fonte: Autor.

O termo ar limpo é mais presente em seu cotidiano, isso evidencia que ainda havia, no Aluno 1, uma forte presença do conceito espontâneo sem que ele tenha transitado completamente para o conceito cientifico.

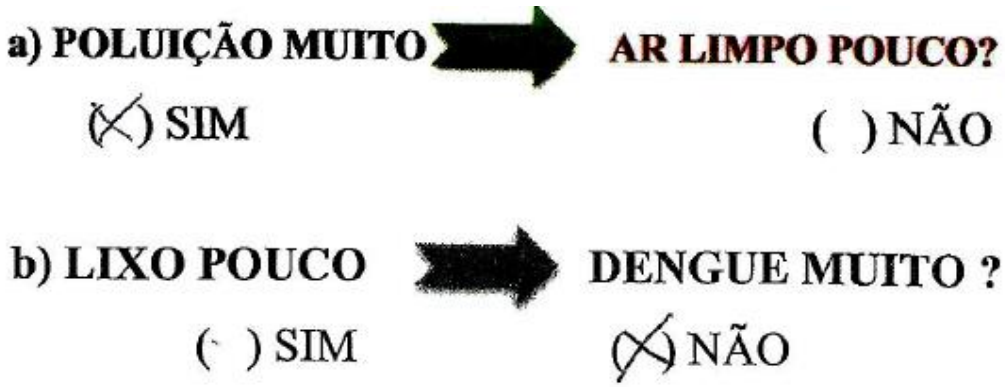
Independente da aquisição do conceito é importante destacar a compreensão das relações causais entre cada **quantidade**. A figura 34 abaixo demonstra que o Aluno 1 compreendeu a relação entre a **quantidade** *esgoto* e a **quantidade** *algas*.

Figura 34. Resposta do Aluno 1 sobre a relação causal entre as quantidades esgoto e algas.

Fonte: Autor.

Isso também foi observado nas aulas de Poluição do Ar e Poluição do Solo (Figura 35) quando analisados a questão *a)* da segunda aula e a questão *b)* da terceira aula.

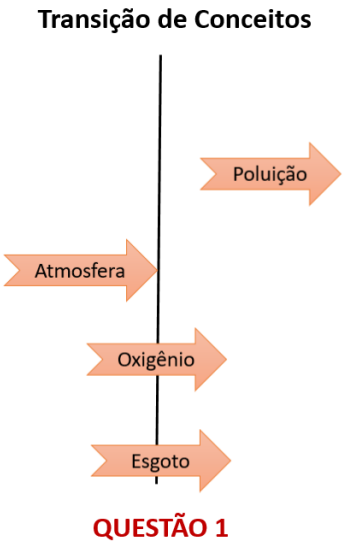
Figura 35. Resposta do Aluno 1 sobre as relações causais entre as quantidades.



Fonte: autor.

O Aluno 1 respondeu ambas corretamente, mesmo quando confrontado com uma afirmação incorreta demonstrando segurança quanto ao conhecimento do conteúdo. É realçado na questão *a)* o termo poluição, ao qual o aluno apresentava dificuldade de compreensão no decorrer da aula. Esse fragmento da questão atestou que o obstáculo conceitual foi ultrapassado e que o aluno finalizou a transição entre o conceito espontâneo ar sujo e o conceito cientifico poluição (Figura 36).

Figura 36. Transição dos conceitos de acordo com a questão 1.

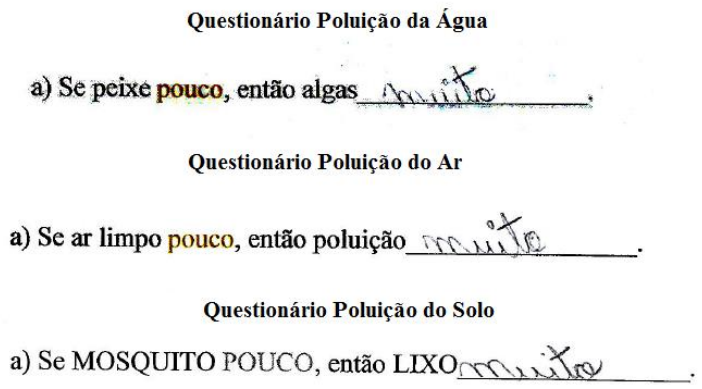


Fonte: Autor.

As relações causais ainda foram ponto importante na questão de número 2. Afim de atestar completamente a aquisição das relações causais a segunda pergunta (Figura 37) pediu ao aluno que completasse as frases usando muito ou pouco. Cada pergunta referiu-se a um efeito que uma **quantidade** gera na outra.

Aqui as relações não seguiram a sequência de cascata de mudanças vista no modelo. Para analisar a compreensão das relações causais entre duas **quantidades** cada uma foi disposta de forma individual para que o aluno demonstrasse seu entendimento. Essa questão corroborou com a anterior ao atestar o conhecimento do Aluno 1 sobre as relações causais relacionadas aos elementos do modelo. A alternância em cada pergunta das relações entre as **quantidades**, sem que haja uma correlação sequencial, destaca a compressão do papel individual de cada elemento no modelo e sua consequente influência sobre os outros.

Figura 37. Resposta do Aluno 1 a pergunta a) da questão 2.



Questionário Poluição da Água

a) Se peixe pouco, então algas muito.

Questionário Poluição do Ar

a) Se ar limpo pouco, então poluição muito.

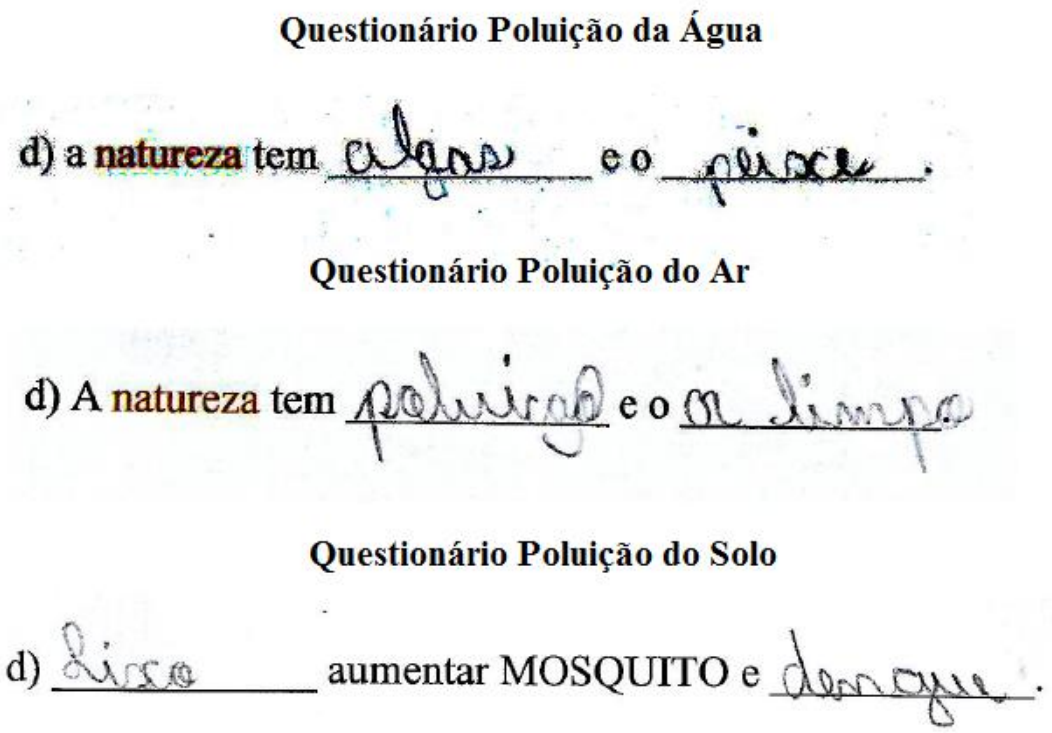
Questionário Poluição do Solo

a) Se MOSQUITO POUCO, então LIXO muito.

Fonte: autor.

A terceira e última pergunta pediu que o aluno completasse as frases com as palavras das **entidades** e **quantidades** como destaca o excerto (Figura 38) das perguntas de cada aula abaixo.

Figura 38. Transição de conceitos e modelo construído pelo aluno.



Questionário Poluição da Água

d) a natureza tem algas e o peixe.

Questionário Poluição do Ar

d) A natureza tem poluição e o ar limpo

Questionário Poluição do Solo

d) lixo aumentar MOSQUITO e dengue.

Fonte: Autor.

A questão possuiu o intuito de analisar a compreensão do papel de cada elemento no modelo e, consequentemente, o entendimento geral do sistema modelado, por meio das ligações construídas pelas **configurações** existentes entre cada elemento. A letra *d)* de cada questão foi escolhida por destacar a compreensão do aluno quanto a representação do sistema. É interessante ressaltar a importância que o aluno deu as *algas* em contrapartida a outro elemento do sistema, essa escolha demonstra uma compreensão do papel das *algas* e a apropriação do seu conceito, similar ao que ocorre ao conceito de *poluição*. Já a questão *d)* do questionário de Poluição do Solo além de constatar essa compreensão concebe, por fim, a compreensão do Aluno 1 quanto a relação causal dos elementos do modelo.

Conclui-se que o Aluno 1 compreendeu tanto as relações causais entre os elementos quanto o papel de cada um no modelo. Essa compreensão leva a crer que o Aluno 1 desenvolveu de forma satisfatória o raciocínio qualitativo e de uma maneira geral transformou a maioria dos conceitos espontâneos em conceitos científicos.

5.2 Análise das Aulas Aplicadas aos Aluno 1, 2, e 3

A análise segue os mesmos moldes da ocorrida com o Aluno 1. Distintamente os sujeitos da pesquisa foram agrupados, ou seja, as aulas não foram aplicadas individualmente. Os fragmentos da transcrição, ordenados de forma sequenciada, neste tópico, além de evidenciarem a interação com o pesquisador, com o conteúdo e com o software *DynaLearn* também levou em conta a interação entre os alunos.

Como dito anteriormente, os sujeitos da pesquisa foram denominados como Aluno 2, Aluno 3 e Aluno 4 e o aplicador de Pesquisador. Como houve uma heterogeneidade nas características dos alunos, em que dois apresentam oralização e um se comunica por meio da LIBRAS a transcrição foi elaborada nos moldes da Língua Portuguesa acompanhando os alunos oralizados e traduzindo, sem que seja alterado seu significado, a LIBRAS . É importante ressaltar que as gravações foram cuidadosamente avaliadas, quando não se compreendeu a fala do aluno ela foi descartada da transcrição.

A escolha para a análise foi feita da mesma maneira anterior, com as etapas similares sendo agrupadas, para uma melhor compreensão da interação com o conteúdo no decorrer das aulas.

5.2.1 Análise da aplicação do conhecimento prévio

Ao iniciar a aula de Poluição da Água o pesquisador mostrou os slides contendo as figuras do esgoto e das algas com os peixes mortos.

Pesquisador: Vamos prestar atenção aqui. O que vocês estão vendo aqui?
Aluno 2: A pessoa está jogando sujeira.
Aluno 3: Suja.
Aluno 4: Rio, água e lixo.
Pesquisador: O que é este aqui? (*aponta para o esgoto*).
Aluno 2: Sujeira que a pessoa joga.
Aluno 3: Barro.
Pesquisador: Isso. Sujeira. Esse aqui é do Esgoto (*faz a datilologia*).
Aluno 4: Pessoas jogam muito lixo.
Pesquisador: Então, muita sujeira. O que é esse? (*aponta para a figura com o peixe morto e as algas*).
Aluno 2: O peixe morre.
Aluno 3: Peixe morre?
Aluno 4: Sim, peixe e o rio.

Os alunos conseguiram compreender a ligação da sujeira com a morte dos peixes e é interessante destacar que o Aluno 2 e o Aluno 4 apontam o homem como o causador, mesmo ele não sendo mostrado. As figuras conseguiram situar os alunos no conteúdo, estimulando o pensamento lógico ao ligar um acontecimento ao outro. Quanto aos conceitos nenhum pareceu completo, o *esgoto* é denominado por eles de sujeira, sendo que o Aluno 4 iguala o lixo ao esgoto. Conceitualmente o lixo caracteriza os resíduos sólidos produzidos pelo homem, já o esgoto são aqueles resíduos líquidos que normalmente são vistos desembocando nos rios e mares (Demajorovic, 1995). No fragmento a seguir os alunos foram apresentados ao um novo elemento, a alga.

Pesquisador: O que é o verde?
Aluno 2: O peixe estava lá dentro quando morreu.
Pesquisador: O verde (*Aponta para a figura*) é alga (*Faz datilologia*).
(*Alunos repetem a datilologia*)

Aluno 3: O que é alga?

Aluno 4: Desenhamos a alga antes. (*Chama a atenção da professora*).

Pesquisador: Lembra? Desenharam?

Aluno 4: Sim. (*Faz a datilologia da alga*). Lembrei e vou memorizar.

Pesquisador: Se tem muitas algas os peixes morrem. Verde (*mostra na figura*) é igual a muita alga. O que acontece?

Aluno 2: Morre vários peixes.

Aluno 3: Os peixes morrem.

Pesquisador: Por que?

Aluno 3: Por que vai jogando lixo então ele vai morrer

Pesquisador: Isso. O que o peixe precisa para viver?

Aluno 2: Precisa de água limpa.

Aluno 3: Precisa comer. Agua limpa (*Ouve o outro aluno falar*).

O novo elemento mesmo sendo trabalhado em aulas anteriores, como destaca o Aluno 4, não apresenta relevância na causa da morte dos peixes como o lixo. Mesmo o pesquisador indicando que os peixes mortos estão envolvidos pelas algas na figura todos os alunos se ativeram ao lixo como causa primária de suas mortes. Isso indica a forte presença dos conceitos espontâneos que aqui não são substituídos pelos científicos, uma vez que expressam compreensão superficial do conteúdo. A presença desses conceitos e o desenvolvimento do conhecimento dos alunos ao redor de seu aprendizado cotidiano ficou mais evidente na aula subsequente, Poluição do Ar, como destaca o fragmento abaixo.

Pesquisador: O que vocês vêem aqui (*Aponta para a figura da fábrica*).

Aluno 2: A fumaça que deixa tudo sujo.

Aluno 3: A fumaça, a fábrica.

Aluno 4: A fábrica, as pessoas jogam o lixo.

Pesquisador: A fábrica faz o que?

Aluno 4: Ar sujo.

Pesquisador: Quem faz a fábrica?

Aluno 2: O homem trabalha na fábrica.

Aluno 3: O homem.

A presença do homem nas falas dos Alunos 2 e 3, mesmo que ele não apareça nas imagens, remete a um conhecimento já adquirido. Da mesma forma o Aluno 4 relacionou a

fumaça ao ar sujo e não a poluição, não deixando claro qual significado foi atribuído por ele. A figura, nesse caso, teve o papel de resgatar conhecimentos e conceitos espontâneos já assimilados sem que o aluno consiga se aprofundar na resposta.

Visto isso, o pesquisador, então, indagou aos alunos sobre a relação entre as figuras da mulher, aparentemente doente, e a fábrica.

Pesquisador: Essa pessoa (*Aponta para a imagem de uma mulher assoando o nariz*)
Aluno 2: Tampa o nariz para não entrar o ar sujo.
Aluno 3: O cheiro.
Pesquisador: Muita fumaça, faz o que para a gente?
Aluno 3: Faz mal.
Pesquisador: Como a pessoa fica? Doente! (A*ponta para a figura*). O que é isso? (*Aponta para a fumaça*). É o ar sujo.
Aluno 3: Faz mal. As pessoas não aguentam o cheiro.
Pesquisador: Então, a fábrica faz o ar sujo. O que o ar sujo faz com a pessoa?
Aluno 3: Ela fica doente e passa para outra.
Aluno 2: Fica mal.

Os Alunos 2 e 3 atribuíram ao ar sujo conotação de mal cheiro, de incomodo e não de poluição, no sentido de agressão a saúde de uma pessoa. Mesmo o pesquisador afirmando que o ar sujo causa a doença, os alunos persistem na ideia de que ele incomoda e cheira mal, apenas o Aluno 3 relaciona-o a doença, porém não deixa claro qual sentido ele apresenta. É necessário ressaltar a relação de causa entre os elementos da figura, independente de qual atribuição os Alunos 2 e 3 deem ao termo ar sujo eles conseguem relacionar as duas figuras, para eles, a mulher aparece mal em consequência ao ar sujo. É importante observar que as figuras se tornaram alicerces para o desenvolvimento do pensamento de cada aluno. Campello (2008) atribui a percepção da imagem a interpretação da realidade e a construção da consciência de mundo, a imagem não é apenas uma ilustração do que é percebido, mas sim uma forma de linguagem.

No fragmento foi perceptível a ausência de participação do Aluno 4. Isso se ocorreu devido à falta de respostas as indagações, mesmo que muitas tenham sido feitas diretamente a ele. Em determinado momento a professora interveio e explicou que o ar sujo causa doenças nos indivíduos, porém mesmo assim o Aluno 4 não respondeu. A professora atribuiu a esse comportamento a defasagem no aprendizado, que o afastamento de um ano da escola

resultou. Dessa maneira não foi possível analisar a compreensão e nem a interação desse aluno nesse excerto.

Fato contrário foi observado na aula de Poluição do Solo. O pesquisador apresentou as duas imagens, a primeira dos pneus amontoados e a segunda com o mosquito.

Pesquisador: Olhem, o que está acontecendo? (*aponta para o slide com as figuras*).
Aluno 3: Tem os pneus, a sujeira.
Aluno 4: Tem os pneus.
Pesquisador: Isso, muita sujeira e lixo. E agora? (*aponta para a segunda figura*).
Aluno 3: Tem água.
Pesquisador: Isso, veio a chuva e o que acontece?
Aluno 2: E aí vira dengue.
Aluno 4: O caminhão e o carro passaram e jogaram o lixo e o pneu. Depois deu problema.
Pesquisador: Nasce o mosquito e?
Aluno 3: Nasce do ovo.
Aluno 4: Do ovo.
Pesquisador: Nasce o mosquito e tem muita?
Aluno 3: Dengue.
Pesquisador: E o que acontece com a pessoa ela fica como?
Aluno 3: Fica doente.
Pesquisador: Muito lixo, muito mosquito então muita?
Aluno3: Dengue.
Aluno 4: Problema.

O Aluno 4 agora participa ativamente da aula. Os conceitos espontâneos e anteriores deram base para que ele compreendesse a figura e respondesse as indagações. O fragmento indica que as imagens despertaram o conhecimento dos alunos, pois mais uma vez ela infere um acontecimento. A figura apenas mostra a imagem do mosquito pousando em cima de um pneu, ali não está estampado nenhum termo que se refere a dengue, dessa maneira fica evidente que os alunos recobram os conhecimentos prévios já que fazem essa relação. Destaca-se a importância de que todos os termos apresentam seus sinais correspondentes, isso facilitou a compreensão dos alunos. A dengue, termo mais cientifico entre outros apresentados, possui sinal especifico, o que facilita a assimilação do conceito de acordo com Marinho (2007). A figura 39 resume a situação de cada um quanto ao conhecimento prévio relativo aos três tipos de poluição.

Figura 39. Conhecimento prévio dos alunos 2, 3 e 4 quanto aos tipos de poluição.

	ALUNO 2	ALUNO 3	ALUNO 4
Poluição da Água	Compreendeu a relação de causa e efeito entre peixe e sujeira.	Manifestou conceitos espontâneos e problemas na conceituação científica.	Compreendeu a relação de causa e efeito, porém apresentou problemas na conceituação.
Poluição do Ar	Conseguiu relacionar as figuras, porem não com sua forma conceitual verdadeira.	Relacionou as figuras, porém apresentou problemas na conceituação.	Não compreendeu o tema; teve participação limitada nas atividades.
Poluição do Solo	Apresentou um bom conhecimento prévio, o que ajudou na compreensão da figura.	Apresentou um bom conhecimento prévio, o que ajudou na compreensão da figura.	Apresentou um bom conhecimento prévio, o que ajudou na compreensão da figura.

Fonte: Autor.

Analisando a interação de cada aluno com as imagens apresentadas em todas as aulas, entende-se a importância de uma representação imagética na educação dos surdos como aponta Campello (2008), porém como visto com o Aluno 4 é imprescindível um conhecimento mínimo ou uma introdução prévia ao assunto para que o aluno compreenda o que está representado na figura.

5.2.2 Análise da aplicação do Software *DynaLearn*.

As aulas em que o grupo de alunos interagiram com o software foram ministradas da mesma maneira que ao Aluno 1. Apenas o modelo de Poluição do Ar foi modificado. Visto que Aluno 1 teve dificuldade em reconhecer a **entidade** *atmosfera* no modelo, como discutido anteriormente, ela foi substituída pela **entidade** *ar*, não apresentando modificação em sua **quantidade** permanecendo, dessa maneira, como *ar limpo*.

A aula de Poluição da Água foi o primeiro contado dos alunos com o software, o pesquisador projetou a imagem do modelo e mostrou as **entidades** *esgoto* e *alga*, fazendo as respectivas datilologias, uma vez que os termos não possuem sinais. Ao falar do *oxigênio* a

professora interferiu e explicou aos alunos que o oxigênio é equivalente ao ar limpo pedindo ao pesquisador que escrevesse o símbolo O_2 na lousa. Em seguida os alunos foram indagados quanto ao resultado do aumento do *esgoto* de forma a incitar o raciocínio qualitativo por meio das relações causais, porém todos apresentaram dúvida quanto ao papel do *esgoto* sobre as *algas,* dessa forma o pesquisador preferiu apresentar o modelo de modo geral.

> **Pesquisador:** Vamos voltar. A natureza, ela tem o que?
>
> **Aluno 3:** Macaco.
>
> **Pesquisador:** Ela tem o homem. (*aponta para a* ***entidade***). Ela tem também o que? O rio, o lago.
>
> **Pesquisador:** Natureza. Ela tem quem?
>
> **Aluno 2:** Homem que corta árvore.
>
> **Aluno 3:** Tem o homem e a mulher.
>
> **Pesquisador:** Isso. E tem o lago (*aponta para a* ***entidade***).
>
> **Aluno 4:** Tem o lago.
>
> **Pesquisador:** E o homem o que ele faz?
>
> **Aluno 2:** Faz sujeira. Come e joga a sujeira.
>
> **A4:** Joga lixo.
>
> **Pesquisador:** E o lago, o que ele tem? O que acontece com o lago?
>
> **Aluno 2:** O lago fica sujo, com sujeira, ele fica feio.
>
> **Pesquisador:** O homem joga sujeira. O esgoto (*faz a datilologia*) O que acontece com o lago.?
>
> **Aluno 2:** Joga sujeira e o lago fica cheio de sujeira. E o homem vai embora correndo.

O pesquisador tentou situar os alunos no modelo destacando cada **entidade** e suas relações dadas pelas **configurações** entre cada uma. O conceito de homem atribuído pelo Aluno 3 não apresenta conotação de comunidade humana, mas sim do gênero alternativo a mulher, em contrapartida o Aluno 2 pareceu compreender esse conceito já que o aponta como causa a sujeira do *lago* da mesma forma que o Aluno 4 o faz. Este último conseguiu estabelecer as relações entre as **entidades** *natureza* e *homem* e a primeira relação causal entre *homem* e *esgoto*. É relevante frisar que o conceito de esgoto, que não apresenta sinal, ainda se confronta com o termo sujeira. A evidência é maior no fragmento abaixo, no qual eles tem contato com as outras relações causais e novos termos.

Pesquisador: O lago, ele tem peixe e também tem alga. (*Aponta para as* ***entidades***), mas em pouca quantidade.

Aluno 2: Por isso que joga sujeira no lago e vira isso (*Alga*)?

Pesquisador: Isso. O lago tem peixe e tem a alga. Alga come muita sujeira. O que acontece?

Aluno 2: Quando joga a sujeira no lago o peixe irá querer comer e vai morrer.

Aluno 3: Acabou a alga.

Pesquisador: Então, muita alga acaba com o O2.

Aluno 2: Acaba, morre, não vai ter o peixe.

Pesquisador: Quem precisa de O2 para viver? Você lembra? O peixe.

Aluno 3: O peixe?

Aluno 2: Precisa do ar limpo.

Pesquisador: O peixe precisa do oxigênio?

Aluno 2: Precisa.

Aluno 3: Não, sim. (*Mudou de ideia ao ver a resposta do colega*).

Pesquisador: Eu, você o peixe precisamos do ar, do oxigênio, do ar limpo.

Pesquisador: Isso, peixe precisa de O2. (*Aponta para o cenário e para as* ***entidades***). Esse é o peixe e esse é o O2 (*Faz a datilologia de oxigênio*).

Os alunos tentaram compreender qual a função das algas no lago. Primeiramente o Aluno 3 a relacionou como fonte de comida já o Aluno 2 o relacionou com a sujeira. O Aluno 2 nem o Aluno 3 apresentam a mesma compreensão sobre o assunto. O Aluno 2 rapidamente relaciona as *algas* e os *peixes* com o *oxigênio* apresentando uma apropriação do conteúdo, o Aluno 3, por sua vez, se questiona e pareceu não compreender qual a função do oxigênio para o peixe, indicando que não apresentou conhecimento desse conceito. Destaca-se, que a partir da explicação do pesquisador os alunos ficaram em dúvida, o que pode ser um indício da transição entre conceitos espontâneos e conceitos científicos como destaca Almeida (2013). O autor disserta que esse efeito pode estar ligado ao processo de elaboração de conceitos científicos de forma que os conceitos espontâneos apresentassem uma transformação de significado.

No decorrer da aula os alunos reclamaram da projeção, dessa maneira o pesquisador levou o computador até eles e explicou as relações entre cada **quantidade** no modelo.

Pesquisador: Está vendo? Para cima muito e para baixo pouco (*aponta o* ***espaço quantitativo***). Muito lixo, o que acontece com a alga? Muito ou pouco?

Aluno 3: pouco.

Pesquisador: Olha aqui (*Aponta para o* ***espaço quantitativo*** *da alga em que se vê marcado a seta para cima*).

Aluno 3: muito.

Pesquisador: Agora o O2. É muito ou pouco.

Aluno 2 e **Aluno 3**: muito.

Pesquisador: Então, olhem aqui. (*Novamente aponta para o* ***espaço quantitativo****, agora do oxigênio, que está para baixo*).

Aluno 2: baixo, pouco.

Pesquisador: Isso. Pouco O2. Peixe então?

Aluno 2: Pouco também.

Pesquisador: Olha aqui. O2 pouco peixe? (*Pergunta para aluno 3*).

(*Aluno 3 confuso. Aluno 2 tenta ajudar mostrando o espaço quantitativo apontando para a seta para baixo. Aluno 4 só observa*.)

Aluno 3: Tem pouco.

As dúvidas sobre a função de cada elemento do sistema pareceram ser sanadas a partir desse fragmento. As setas no **espaço quantitativo** ajudaram na compreensão dos alunos nas relações entre as **quantidades**. Mesmo o Aluno 3 tendo dúvida, a visualização das setas o situou nas relações entre os elementos. Quando se trata dos conceitos o *oxigênio* ainda apresenta uma compreensão parcial no que concerne a seu significado científico. Para a compreensão dos alunos o pesquisador o comparou com ar limpo, porém isso não diminui sua importância na sobrevivência do peixe, como pode-se observar no fragmento abaixo.

Pesquisador: Quem come o O2? (A*ponta para a* ***quantidade*** *alga*)

Aluno 3: A alga.

Pesquisador: Muito lixo, o que acontece com a alga (*Aponta para o* ***cenário***).

Aluno 3: Alga come.

Aluno 2: Muita alga.

Pesquisador: Muita alga, O2? (*Dirige-se ao* ***cenário*** *e a* ***quantidade*** *oxigênio*).

Aluno 2 e **Aluno 3**: pouco.

Pesquisador: Pouco O2, o que acontece com o peixe?

Aluno 2: Morre.

Aluno 3: Pouco.

A compreensão da função das algas foi corroborada nesse excerto. Os alunos pareceram assimilar o conceito de *alga*, elevando-o ao seu significado científico. Quando se trata do *oxigênio* os alunos pareceram aceitar o termo O_2 sem indagações, não havendo distinção quanto a assimilação do conceito correto, uma vez que eles fizeram correlação entre esse termo e o termo ar limpo. Dessa forma fica difícil perceber em qual patamar está a transferência de conceitos.

Ao analisar a compreensão sobre o conceito de *esgoto* percebeu-se que os alunos ainda o confundem com o termo lixo não fazendo distinção entre os dois. Tal correlação pode ter causa primária na ausência de sinal. A não correspondência influencia o aluno a buscar um sinal que apresente um mínimo de relação com o seu significado. O lixo se deriva da mesma conceituação geral; ambos fazem parte da poluição. Isso também pode responder à questão sobre o significado que atribuem ao oxigênio; não conhecendo o sinal sua compreensão é levada ao termo de maior semelhança conceitual, o ar limpo. Essa observação também foi feita nas aulas subsequentes.

Para se certificar sobre a compreensão dos alunos, a respeito das relações causais e de sua familiaridade com o programa o pesquisador simulou novamente o modelo alternando o **espaço quantitativo** da **quantidade-fonte** *esgoto*, demonstrando, assim, a diminuição de sua produção.

Pesquisador: Pouco lixo alga então? (*Aponta para a seta para baixo*)
Aluno 3: Pouco.
Pesquisador: Pouca alga , o O2 então?
Aluno 2 e **Aluno 3**: muito.
Pesquisador: Pouco O2, o peixe então? (*Aponta para a seta ligada ao peixe*).
Aluno 2 e **Aluno 3**: muito.

O excerto demonstra que os Alunos 2 e 3 se veem familiarizados com software, compreendendo as relações causais entre cada **quantidade**. Isso ficou mais evidente quando o pesquisador os indagou de forma contrária ao que acontece com cada elemento, sem simular novamente o software.

Pesquisador: Peixe muito, agora o que acontece com O2?
(*Todos respondem muito*)
Pesquisador: O2 muito, alga então?

(*Todos respondem pouco*).

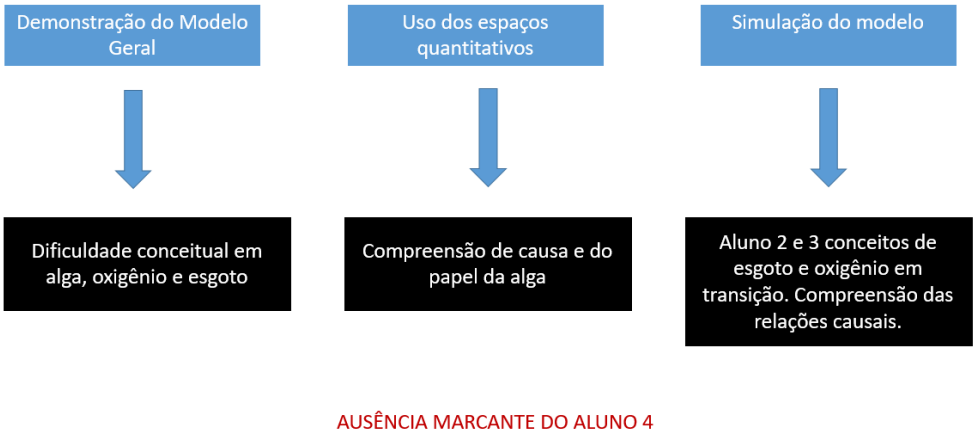
Pesquisador: Alga pouco então lixo?

Aluno 2: Pouco.

A visualização de cada **espaço quantitativo** os ajudou a compreender o que aconteceu com cada elemento. A rapidez de raciocínio indica que os alunos perceberam as relações causais entre eles, e que se atém diretamente aos **espaços quantitativos** compreendendo como funciona o software *DynaLearn*.

É evidente a ausência do Aluno 4 nos fragmentos, isso se deve à falta de interação com o software e com o professor. Muitas vezes quando indagado o aluno fica em dúvida e é ajudado pelos colegas, porém apresenta dificuldade em responder. Nos momentos em que o pesquisador demonstra os **espaços quantitativos** são a eles ao que mais interage, por muitas vezes se inclinando para observar o local da seta e respondendo em seguida. Dessa maneira é difícil analisar a compreensão do aluno sobre o conteúdo na primeira aula. É fato que a visualização o ajudou a se situar em alguns momentos, porém a aquisição de conceitos não ficou clara. Essa dificuldade pode ser resultado do afastamento de um ano da escola, indicando que a falta de interação com o conteúdo se deve a sua falta de conhecimento. Se não há conceitos pré-estabelecidos, nem espontâneos, não há como levá-lo a compressão conceitual científica, muito menos às relações de cada elemento do sistema. Somando a isso, a falta de sinal entre os elementos do modelo acentua sua dificuldade de compreensão. A figura 39 resume o que ocorreu com os alunos no decorrer da aplicação na aula de Poluição da Água.

Figura 40. Resumo da aplicação na Aula de Poluição da Água.



Fonte: Autor.

A observação das relações é destaque do excerto abaixo.

Pesquisador: Agora, o homem onde ele trabalha?
Aluno 3: Na fábrica
Pesquisador: Isso. A fábrica, o que ela faz?
(*Alunos não respondem. Professora interfere e explica que a fábrica libera o ar sujo*)
Aluno 3: Ar sujo sai dá fábrica.
Pesquisador: Então, a fábrica o que ela faz? Faz o ar sujo, poluição (*aponta para a ligação entre a fábrica e a poluição*).
Pesquisador: A natureza tem o que? (*Volta para o cenário e aponta a ligação entre natureza e homem*).
Aluno 2: Tem o homem.
Aluno 3: O homem.

Os Alunos 2 e 3 compreendem a ligação entre a *natureza* e o *homem*, porém ainda é falho a conceituação de *poluição*. Dessa forma fica mais fácil a conceituar como ar sujo.

O papel da poluição, ou do ar sujo, segundo os alunos, foi relevante para a compreensão das relações como destaca o fragmento abaixo.

Pesquisador: Na natureza tem mais o que?
Aluno 3: Ar sujo?
Pesquisador: A natureza tem o ar sujo? Em toda a natureza?
Aluno 3: Não. Ar limpo também.
Pesquisador: Então, o homem trabalha na fábrica e a fábrica faz o ar sujo que é igual poluição.
Aluno 4: Fábrica e pessoa jogam sujeira.
Pesquisador: Ar sujo faz o que com o homem?
Aluno 2: Deixa doente, com doença.

O pesquisador enfatizou que o ar sujo tem a mesma relação que a poluição, porém ainda os alunos não conseguiram transitar do conceito espontâneo para o conceito cientifico. O Aluno 4 interagiu e demonstrou que compreendeu a correlação entre a *fábrica* e a *poluição* (ar sujo), já o Aluno 2 destacou a correlação entre a *poluição* e a *doença respiratória*. Independente da falta de compreensão dos conceitos os alunos conseguiram relacionar os elementos do sistema pela observação do modelo. Isso foi ressaltado quando se simulou o

modelo e o Pesquisador levou a atenção dos alunos aos **espaços quantitativos** de cada **quantidade**, como destaca o excerto abaixo.

> **Pesquisador:** Olha aqui. Muito ar sujo, muita poluição. (*Mostra a seta para cima em poluição*). O que acontece com o ar limpo (*Mostra a seta para baixo*).
> **Aluno 3:** Pouco.
> **Pesquisador:** O que acontece com o ar limpo? (*Pergunta diretamente para o aluno 2*)
> **Aluno 2:** Tem pouco ar limpo.
> **Aluno 4:** Muito ar sujo e pouco ar limpo.
> **Pesquisador:** Isso. Homem trabalha na fábrica. Muita poluição, ar sujo, pouco ar limpo. E a pessoa? (*Aponta para a doença*).
> **Aluno 3:** Ar limpo pouco.
> **Pesquisador:** Isso, ar limpo pouco. Homem respira ar sujo, muito ar sujo. O que acontece? (*Aponta para a ligação entre homem e a doença*).
> **Aluno 2:** Homem doente.
> **Aluno 3:** Homem fica doente.

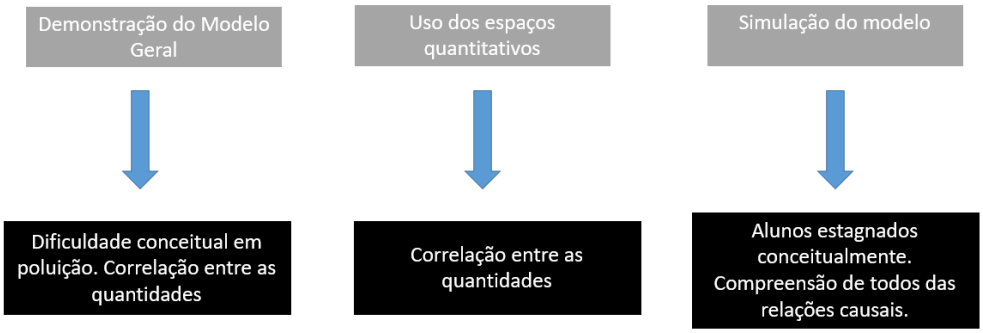
Pesquisador: Então pouco ar limpo, doença? (*Aponta para o espaço quantitativo da doença*).
Aluno 2 e **Aluno 3**: muito.
Pesquisador: Pouco ar limpo, e a doença, pouco ou muito? (*Pergunta diretamente para aluno 4*).
Aluno 4: pouco?
Pesquisador: doença pouco? (*Aponta para a seta no espaço quantitativo da doença*).
Aluno 4: Muito.

Os **espaços quantitativos** ajudaram os alunos a compreender as relações causais entre cada **quantidade**. Os Alunos 2 e 3 ao visualizarem o modelo conseguiram captar o funcionamento de cada ligação entre os elementos e dessa forma conseguiram responder corretamente. Da mesma forma o Aluno 4 ao observar os espaços compreendeu o que estava acontecendo com a **quantidade**. Quanto aos conceitos o Pesquisador se apropria do termo ar sujo, mais usual para os alunos, facilitando a compreensão das relações, visto que o resultado de seu uso é mais eficiente. Essa decisão demonstra que o conceito cientifico de *poluição* não foi totalmente transformado, os alunos ficaram estagnados na transição conceitual. O Ar sujo não tem o mesmo significado amplo de poluição, na verdade, o ar sujo é um dos componentes de poluição e ainda apresenta uma conotação mais genérica e usual.

O fato explícito na dificuldade de apropriação desse conceito resvala, novamente, na falta de sinal, repetidamente o pesquisador ao falar de *poluição* tem como resposta dos

alunos o sinal de ar sujo. O desenvolvimento da compreensão dos alunos em cada etapa da aplicação pode ser observado na figura 40.

Figura 41. Resumo da aplicação na Aula de Poluição do Ar.



Fonte: Autor.

Após a aula o Pesquisador tentou com que os alunos manipulassem o software, porém todos tiveram grandes dificuldades, o Aluno 2 foi quem mais compreendeu a construção do modelo no software. A língua natural do *DynaLearn* associado ao número de alunos que tentaram montar o modelo inviabilizou essa ação, já que cada um requeria atenção específica.

A noção da necessidade do sinal de uma palavra para a compreensão do aluno foi amplificada quando se analisou a aula seguinte, de Poluição do Solo, no fragmento abaixo.

Pesquisador: E a natureza tem?

Aluno 2: Mosquito

Aluno 4: Tem o mosquito.

Pesquisador: E o mosquito faz o que com a pessoa:

Aluno 2: Deixa doente.

Pesquisador: Ele pica e causa o que?

Aluno 3: Dengue.

Aluno 3: Dengue.

Pesquisador: O homem faz a lixo. Muito lixo (mostra a quantidade lixo).

Pesquisador: Muito lixo, muito pneu, faz o que?

Aluno 2: Ele esconde na água.

Aluno 3: Ele fica na água.

Pesquisador: E o mosquito, ele fica pouco ou muito?

Aluno 2: Fica muito.

Aluno 3: Muito.

Pesquisador: Muito mosquito e a dengue? (*Mostra a **quantidade***).

Aluno 2 e Aluno 3: Muito.

Todos os elementos do modelo apresentam sinal e ficou evidente como o assunto faz parte do cotidiano de cada aluno. Todos compreenderam que a **quantidade** *dengue* é uma doença e também responderam corretamente sem a simulação do modelo. A familiaridade com o software e o modelo foi demonstrada pelo Aluno 2 e 3 ao observarem as ligações entre as **quantidades** e responderem prontamente as indagações. Quando se simula o modelo (fragmento abaixo) essa familiaridade fica mais visível.

Pesquisador: Muito lixo (*Aponta para o espaço quantitativo*). O que acontece com o mosquito e a dengue? (*Mostra as respectivas quantidades*).

Pesquisador: Olhem aqui! O que aconteceu?

Aluno 2: Tem muito mosquito.

Aluno 3: Mosquito tem muito e a dengue também.

Aluno 2: Tudo muito.

Pesquisador: Muito lixo. O que acontece? (*Pergunta diretamente para aluno 4*).

Aluno 4: Aumenta.

Pesquisador: Muito lixo e isso o que significa? (*aponta para o **espaço quantitativo** de dengue*).

Aluno 2: Muito.

Pesquisador: Muito o que?

Aluno 2: Mosquito.

Pesquisador: E? (*Aponta para a quantidade dengue*)

Aluno 2: Muita dengue.

Os Aluno 2 e 3 constatam que a familiaridade com o modelo os ajudaram a responder as perguntas. Ao olharem os **espaços quantitativos** da **quantidade** indagada responderam rapidamente, sem dúvida ou questionamentos. Esse comportamento ficou mais claro no Aluno 2, como pode-se perceber no fragmento abaixo.

Pesquisador: Olha e agora? Pouco lixo e mosquito?

Aluno 2: Pouca dengue.

Aluno 3: Mosquito vai morrer.

Pesquisador: Pouco lixo e o mosquito?

Aluno 2: Bastante (*olha para o* ***espaço quantitativo***), pouco mosquito.

Pesquisador: Por que?

Aluno 2: Porque o lixo está pouco e o mosquito vai ficar pouco também.

Ao mudar o **espaço quantitativo** de *lixo* o pesquisador, consequentemente, altera as outras **quantidades**, dessa forma o Aluno 2, notadamente, usa os **espaços quantitativos** para guiar suas respostas, evidenciando que compreendeu o funcionamento do software *DynaLearn* e que se apropriou do modelo qualitativo criado.

Em contrapartida é visível a falta de participação do Aluno 4. Essa ausência apresentou uma causa, demonstrado no fragmento abaixo, que ficou cada vez mais evidente com o decorrer das aulas.

Pesquisador: A dengue está pouco ou muito? (*Pergunta para Aluno 4*). Olha aqui (*No* ***espaço quantitativo***)

Aluno 4: Pouco lixo.

Pesquisador: Esse aqui é a dengue. (*Aponta para a* ***quantidade***). Lixo o que?

(*Aluno 4 fica confuso ao olhar o espaço quantitativo*)

Aluno 2: Olha aqui, é pouco. (Tenta ajudar e aponta para o **espaço quantitativo** do lixo).

(*O pesquisador faz uma legenda do* ***espaço quantitativo*** *na lousa e a professora explica as setas com exemplos do que está sendo estudado*)

Aluno 4: Entendi.

Pesquisador: Olha aqui (*aponta para o* ***espaço quantitativo*** *de lixo*).

Aluno 4: pouco.

Pesquisador: Então presta atenção. Pouco lixo e mosquito?

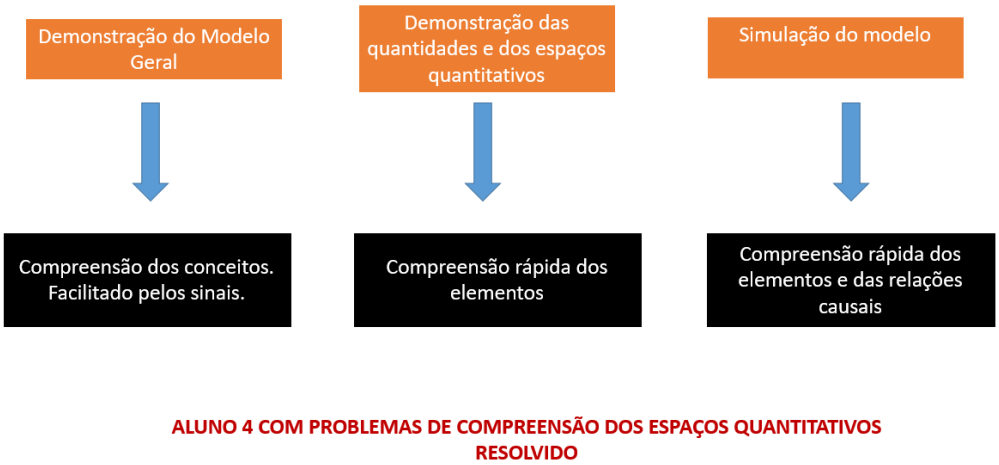
Aluno 4: pouco também.

O Aluno 4 não compreendia totalmente o papel e o funcionamento dos **espaços quantitativos** no software, dessa forma, sua compreensão sobre a variação nas quantidades estava incompleta. O entendimento das relações causais não foi inteiramente afetado, pois houve outros elementos, como as **configurações** que ligavam as quantidades, e que eram visualmente distinguíveis pelo aluno no modelo. O fato respondeu do porquê a participação do Aluno 4 foi pequena nas aulas quando trabalhado o modelo e o software.

Ao final da explicação, sobre o papel das setas no espaço quantitativo, o Aluno 4 conseguiu responder corretamente as perguntas, demonstrando que finalmente entendeu a

relação que o **espaço quantitativo** (as setas) tem com a **quantidade**. Todo o processo pode ser observado por meio da figura 41 em que resume o desenvolvimento da aplicação.

Figura 42. Resumo da aplicação na Aula de Poluição do Solo.



Fonte: Autor.

A aplicação do software para os Alunos 2, 3 e 4 demonstrou, principalmente, que a individualidade, ou, como também pode ser dito, a subjetividade dos alunos guiou seu conhecimento. No geral os alunos conseguiram compreender o papel dos elementos do sistema, desenvolvendo a compreensão das relações causais nos variados conteúdos apresentados nas aulas. Cada um reagiu de forma distinta com as explicações, o Aluno 2 assimilou rapidamente o funcionamento do software, o Aluno 3 apresentou mais dificuldades, porém também compreendeu todo seu funcionamento, já o Aluno 4 teve grandes dificuldades que muitas vezes o impediram de compreender o funcionamento do modelo. Essa realidade é a encontrada nas salas de aulas regulares, com uma pluralidade de alunos, cada um com sua própria compreensão do mundo.

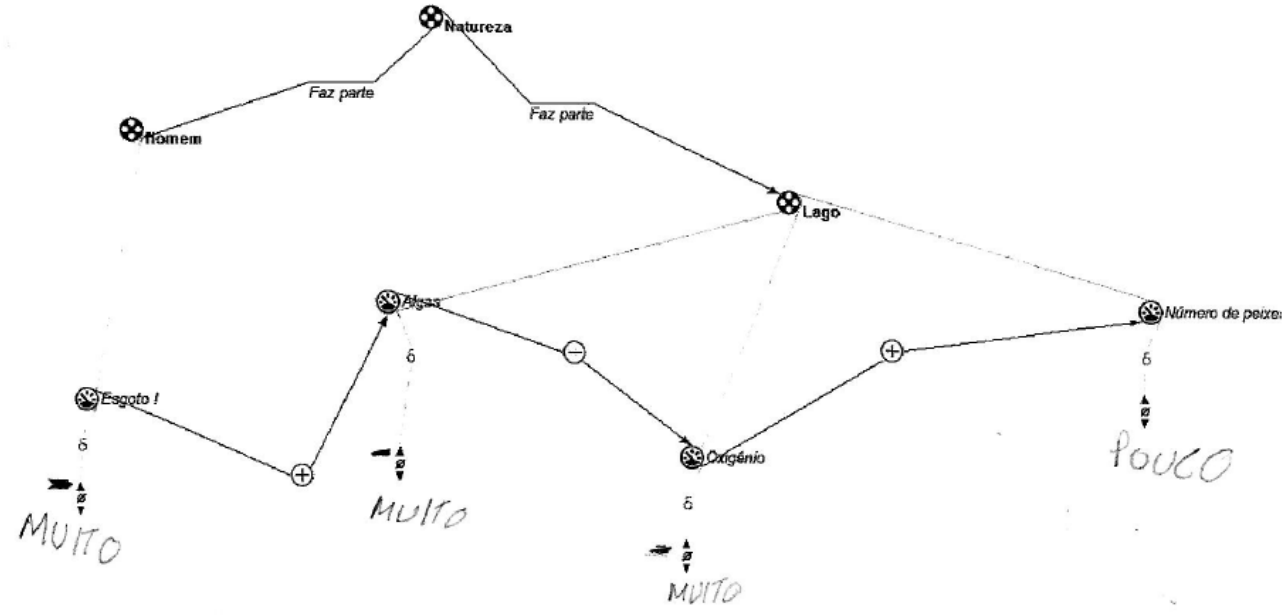
5.2.3 Análise do Questionário

Da mesma forma aplicada ao Aluno 1, os Aluno 2, 3 e 4 receberam questionários idênticos ao fim de cada aula. A única mudança ocorreu na questão 1 do questionário de Poluição do Ar em que a **entidade** *atmosfera* foi substituída pela **entidade** *ar* de acordo com o ocorrido em aula.

Cada aluno respondeu individualmente seu questionário sendo traduzido quando necessário em LIBRAS pela professora interprete-tradutora.

A questão 1 dos questionários demonstrou que os alunos conseguiram se situar no modelo, para sua melhor compreensão o Aluno 3 e 4 escreveram o significado de cada seta do **espaço qualitativo** das **quantidades** (Figura 42). Isso ocorreu com a mesma questão dos outros questionários.

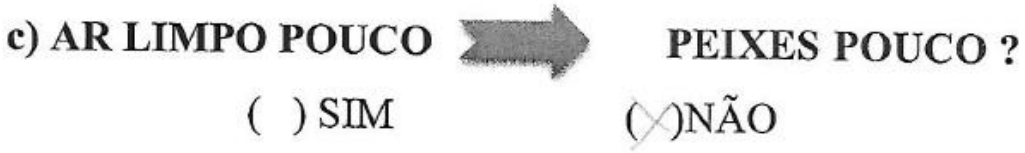
Figura 43. Resposta do Aluno 3 a questão 1 do Questionário Poluição da Água.



Fonte: Autor.

O Aluno 3, por sua vez, errou a demarcação da **quantidade** *oxigênio* levantando a hipótese de que o aluno não conseguiu entender a relação entre as **quantidades**. Isso ficou mais evidente quando se analisou a segunda parte da questão no mesmo questionário (Figura 43).

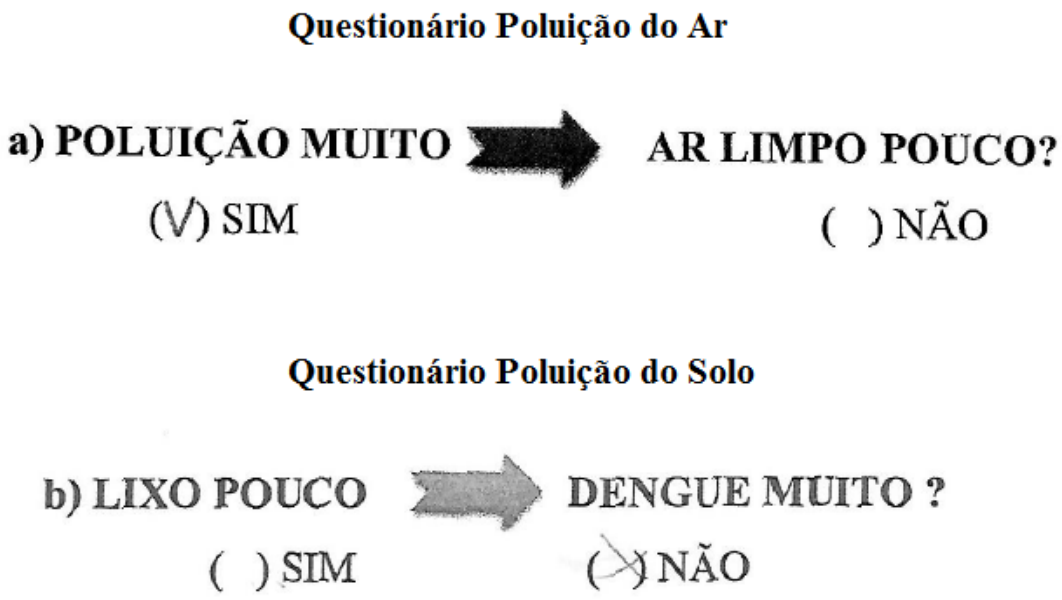
Figura 44. Resposta do Aluno 3 a questão 2 do Questionário de Poluição da Água.



Fonte: Autor.

Como isso não ocorreu nos questionários subsequentes essa hipótese não foi corroborada e esse resultado se torna mais compreensivo ao passo que a questão foi analisada nos outros questionários (Figura 44). Neles as respostas encontraram-se corretas, indicando que houve uma compreensão das relações causais encontradas nos modelos e que particularmente, na primeira aula, a confusão do Aluno 3 sobre as relações e o papel de cada elemento, foi transitório até que se adeque e se familiarize com o modelo.

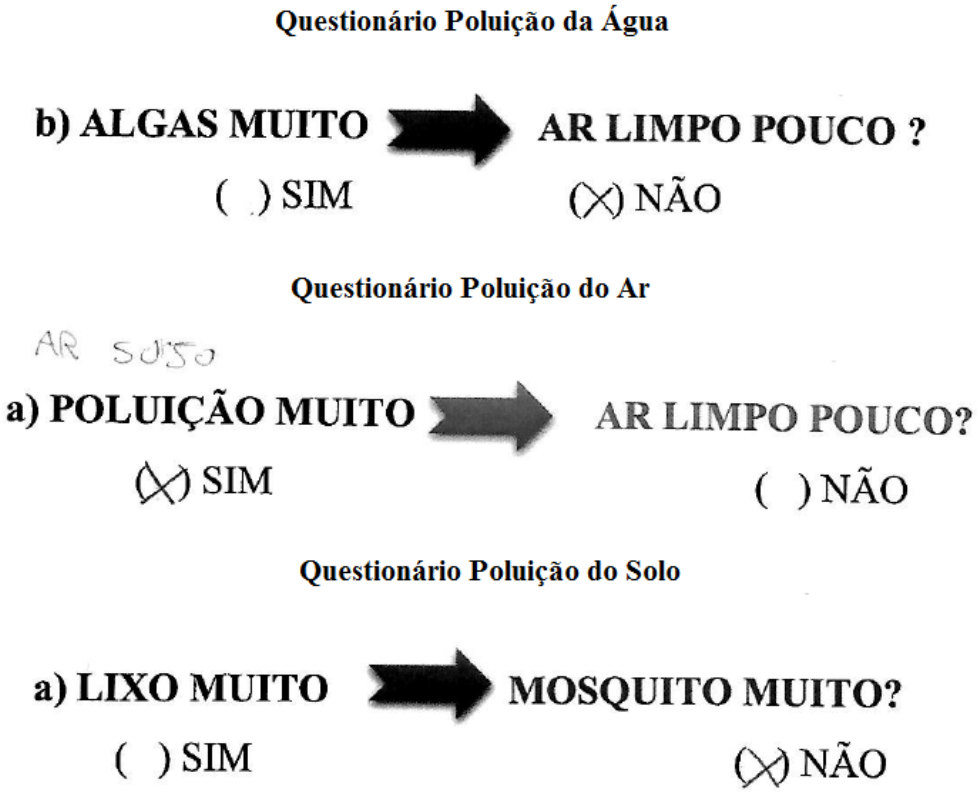
Figura 45. Resposta do Aluno 2 a questão 2 dos questionários.



Fonte: Autor.

Ao contrário quando se analisou a compreensão do Aluno 4 sobre o mesmo quesito percebeu-se que houve uma confusão entre as relações causais em quase todas as aulas. Apesar de sua suposta compreensão quando observado a Questões 1 dos questionários, sendo importante destacar, que estão todas corretas, quando se trata da segunda parte da pergunta seu conhecimento deduz-se impreciso (Figura 45).

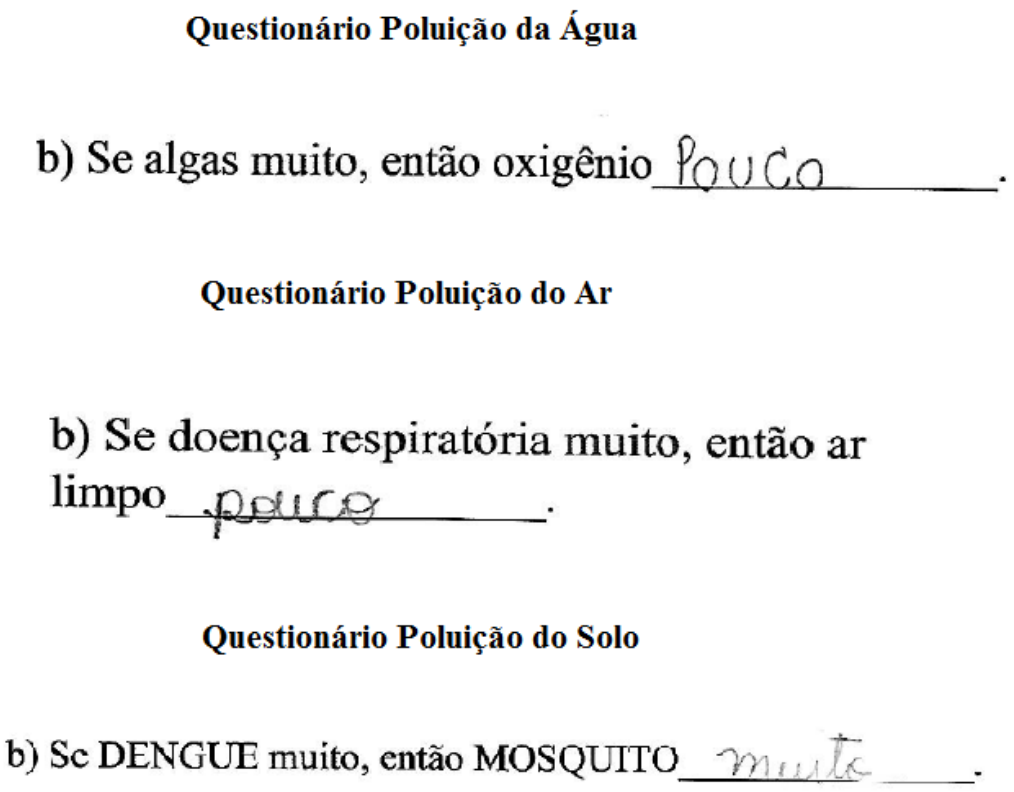
Figura 46. Fragmento das respostas do Aluno 4 a segunda parte da questão 1.



Fonte: Autor

É importante destacar que o pesquisador teve que resignificar o termo poluição para a melhor compreensão do aluno, inferindo que não houve aquisição desse conceito. Porém, no caso da Questão 2, ao ser analisada, a dedução feita anteriormente sobre a dificuldade na compreensão das relações causais foi questionada. Na Questão 2 o Aluno 4 transmite sua compreensão das correlações entre as **quantidades**, em todos os questionários (Figura 46), direcionando, dessa maneira, ao problema na formulação da pergunta, que não pareceu adequada e induziu dúvida aos alunos.

Figura 47. Fragmentos das respostas do Aluno 4 a Questão 2.



Questionário Poluição da Água

b) Se algas muito, então oxigênio pouco.

Questionário Poluição do Ar

b) Se doença respiratória muito, então ar limpo pouco.

Questionário Poluição do Solo

b) Se DENGUE muito, então MOSQUITO muito.

Fonte: Autor.

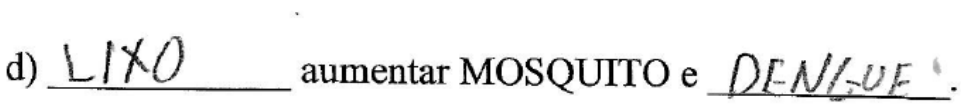
A resposta correta a Questão 2 também permeou entre os Alunos 2 e 3 em todos os questionários expressando, assim, a compreensão quanto as relações causais no modelo.

Ao analisar a Questão 3 observou-se que todos preencheram as lacunas corretamente com seus respectivos elementos com apenas o Aluno 4 deixando de preencher uma das lacunas da letra *d)* do questionário de Poluição da Água. Nesse primeiro questionário o aluno não conseguiu relacionar os elementos com a **entidade** *natureza,* além da **quantidade** *peixe*. Sobre essa pergunta é relevante o fato dos alunos darem como resposta não os elementos do modelo mais óbvios, no caso as **entidades**, mas sim as **quantidades** ligadas a elas. Dessa forma ficou evidente o destaque que eles deram a esses elementos mutáveis no modelo, sendo base para a compreensão de todo o sistema. Bredweg e colaboradores (2009) descrevem a **quantidade** como uma característica dinâmica do sistema que detém a informação qualitativa, uma vez que os alunos destacam sua presença consequentemente eles demonstram o desenvolvimento do raciocínio qualitativo.

Em destaque a pergunta *d)* do Questionário de Poluição do Solo (Figura 47) constata essa compreensão ao exigir do aluno a correlação dos elementos por meio das relações causais entre eles.

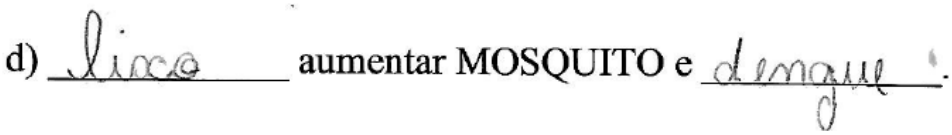
Figura 48. Resposta dos Alunos a pergunta d) da Questão 3 do Questionário de Poluição do Solo.

Resposta Aluno 2



Resposta Aluno 3

Resposta Aluno 4



Fonte: Autor.

Ao analisar suas repostas comprovou-se que os alunos compreenderam as relações causais ao mesmo tempo que conseguiram correlacionar as **quantidades** distribuídas no modelo. Isso demonstrou uma familiaridade com o programa *DynaLearn* e assegurou seu papel visual para a aprendizagem do aluno surdo (FELTRINI, 2009; RESENDE 2010).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERPECTIVAS

A busca por uma metodologia eficiente para a educação dos surdos transcorre desde que esses sujeitos foram reconhecidos pela sociedade. Vários métodos e formas de ensinar foram construídos das mais variadas maneiras durante o tempo, sempre apoiadas na língua oral ou na oralização do surdo. Surge, então, a Pedagogia Visual como base norteadora dessas metodologias. Nesse meio tempo o uso do raciocínio qualitativo se desenvolveu para a aplicação na educação com Bredweg e Forbus na forma da modelagem qualitativa. Segundo eles o modelo qualitativo cria uma base para a aquisição do conhecimento. A partir de um esforço conjunto entre várias universidades, por meio do Projeto DynaLearn, foi criado um software capaz de produzir os modelos qualitativos. Salles e colaboradores perceberam seu potencial, juntamente com o fato de cumprir os requisitos da Pedagogia Visual, e o testaram em uma turma de alunos surdos do ensino superior, demonstrando sua capacidade como ferramenta na aquisição de conceitos científicos. Feltrini estendeu esse trabalho para o ensino médio ao criar sinais específicos para os elementos do modelo e corroborar com o papel didático do software *DynaLearn*. Resende dando continuidade ao trabalho de Feltrini constatou estatisticamente que o uso de modelos qualitativos e o software *DynaLearn* são ferramentas didáticas adequadas na aquisição do conhecimento cientifico, favorecendo a construção de raciocínio e da resolução de problemas ao testar seu funcionamento tanto com surdos como com ouvintes, em alunos do ensino médio. Dessa forma, a presente pesquisa corrobora com esses resultados, tendo como base, dessa vez, alunos surdos do Ensino Fundamental I. Tanto o desenvolvimento do raciocínio qualitativo quanto a compreensão das relações causais foram observadas no decorrer das aplicações nas aulas, constatando o papel do software *DynaLearn* como ferramenta didática no ensino de surdos.

As análises, ocorridas separadamente, do Aluno 1 e dos Alunos 2, 3 e 4 foram importantes para avaliar o modo como os alunos compreenderam o modelo qualitativo e o software. Enquanto o Aluno 1 reteve toda a atenção do pesquisador nas explicações, como em uma aula particular, os Alunos 2, 3 e 4 simbolizaram a pluralidade encontrada em uma sala de aula regular. O papel tanto do modelo quando do software, nos dois casos foi cumprido. Foi visto que o Aluno 1 desenvolveu o raciocínio qualitativo, aumentando o grau de compreensão no decorrer das aulas ao passo que se familiarizava com o software. É

importante destacar a aquisição de conceitos pelo aluno, os conceitos espontâneos apresentados foram, satisfatoriamente, alterados para seus respectivos conceitos científicos.

Os Alunos 2, 3 e 4 reagiram de formas distintas a compreensão e aquisição do conteúdo pelos modelos e, principalmente, pelo software. Em sua individualidade cada aluno desenvolveu o raciocínio qualitativo e compreendeu as relações causais. O Aluno 2 e 3, como o Aluno 1, apresentaram maior compreensão ao passo que se habituavam ao *DynaLearn*, o papel dos elementos presentes no software, principalmente do **espaço quantitativo**, foi de extrema importância para que conseguissem entender as relações causais presentes nos modelos. Esse elemento, muitas vezes, foi base para as respostas dos alunos quando indagados sobre o estado de alguma **quantidade**. Mesmo o Aluno 2, tendo ficado afastado um ano da escola, compreendeu as relações causais impostas pelos modelos de poluição. Entretanto, o Aluno 4 foi quem mais apresentou dificuldades em compreender o software. O papel de alguns elementos foi percebido tardiamente, o que afetou a compreensão de algumas relações causais no decorrer das aulas, mesmo que tenha entendido, por fim, as ligações entre os elementos e sua causalidade. Essa situação pode ser justificada tanto por seu longo afastamento dos estudos como também da maneira como se confronta com algo novo, ou seja, sua subjetividade na aquisição de conhecimento. Essa dificuldade abre outra discussão presente no desenrolar dessa pesquisa. O software DynaLearn mesmo de acordo com a Pedagogia Visual, como visto em outras pesquisas, ainda é uma ferramenta feita por e para ouvintes. Ela apresenta, sim, uma simbologia e cores que destaquem os elementos, mas quando se trata de uma ferramenta para surdos ela poderia apresentar ícones maiores e/ou destaque em mais cores, que realmente individualizasse cada elemento. Outro impasse é a língua natural do software, feita por pesquisadores de vários países, é compreensível que tenha sido projetado na língua internacional, o inglês, porém isso dificultou sua manipulação, principalmente pelos sujeitos da pesquisa, que ainda estão no Ensino Fundamental. Seu manuseio é facilitado pelos ícones dos elementos, entretanto os alunos deverão sempre estar acompanhados de alguém que conheça a língua inglesa. Uma versão do software mais aproximada da visualidade do surdo e com *update* para outras línguas, incluindo o português, seria adequado já que cada vez mais ele se torna uma ferramenta didática no cotidiano escolar.

A aquisição dos conceitos científicos é outro ponto importante a ser destacado. O modelo qualitativo ajuda a perceber as relações entre os elementos de um sistema, porém os conceitos usados podem não ser completamente compreendidos, não por uma falha no modelo qualitativo, pois ao ser devidamente orientado o Aluno 1 compreendeu todos os

conceitos presentes nos conteúdos ministrados, mas sim pela falta do respectivo sinal de uma palavra. Os Alunos 2, 3 e 4 muitas vezes se estagnaram na transição entre um conceito espontâneo e um conceito científico porque não havia um sinal específico para este último. Felizmente esse fato não afetou a compreensão, pelos alunos, dos sistemas modelados.

Outro fato revelou-se significativo. Sendo uma etapa da pesquisa, a apresentação dos slides com a figuras, a fim de expor previamente o conteúdo, demonstrou a importância das imagens no ensino/aprendizagem do surdo. As análises permitiram observar que o destaque visual influenciou no resgate dos conceitos em cada aluno e ajudou a apresentar cada elemento que comporia, posteriormente, os modelos.

Dessa maneira, o presente trabalho aqui descrito, mostrou que a ferramenta didática baseada no modelo qualitativo, *DynaLearn*, tem capacidade para atender as necessidades educativas dos estudantes surdos no ensino de ciências do Ensino Fundamental I, pois: *a)* possui base na Pedagogia Visual; *b)* desenvolve o raciocínio qualitativo; *c)* desenvolve a compreensão das relações causais; *d)* ajuda na aquisição de conceitos científicos e *e)* tem enfoque bilíngue. Conclui-se que esses requisitos fazem tanto do modelo qualitativo e daquele que o constrói, o software *DynaLearn*, uma ferramenta didática alternativa para o uso das salas de aula.

Espera-se que os resultados obtidos nesse trabalho venham contribuir efetivamente para o aprendizado do conteúdo de ciências e que seja expandido para outras áreas do conhecimento no ambiente escolar. Da mesma forma que pode contribuir na formação de professores que trabalham com alunos surdos, levando-os a adotarem novas metodologias de ensino, modificando suas práticas pedagógicas, a fim de usar ferramentas tecnológicas educacionais.

REFERÊNCIAS

ALBRES, N. A.; NEVES, S. L. G. **LIBRAS em estudo:** política educacional. São Paulo: FENESIS, 2013. 170p.

ALMEIDA, S. D. A utilização da pedagogia visual no ensino de alunos surdos: uma análise do processo de formação de conceitos científicos. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO ESPECIAL. 7, 2013, Londrina. **Anais.**

ALPERT, S.R. Abstraction in concept map and coupled outline knowledge representations. **Journal of Interactive Learning Research**, n 14, p. 31-49, 2003.

ALVES, K. M. S.; ALVES, A. E. L.; SILVA, F. M da. Poluição do ar e saúde nos principais centros comerciais da cidade de Natal/RN. **Holos**, v. 4, 2009.

ARRUDA, A. M. da S.; BRANQUINHO, F. T. B.; BUENO, S. N. **Ciências da Natureza e Matemática**. Ciências no Ensino Fundamental. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Ministério da Educação e do Desporto. **Lei nº 9.394/1996**.

_____. **Decreto Nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Regulamenta a Lei no7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 21 de dezembro de 1999.

_____. **Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica**. Brasília: Ministério da Educação Secretaria de Educação Especial (Seesp), 2001a.

_____. **Lei 10.172,de 9 de janeiro de 2001**. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 10 de janeiro de 2001b.

_____. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de fevereiro de 2001.** Institui as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica, 2001 c.

_____. **Lei nº. 10.436, de 24 de abril de 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS e dá outras providências. Brasília, 2002.

_____. **Decreto nº 5.626 de 22 de dezembro de 2005**. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS . Brasília, 2005.

_____. **Resolução nº 4, de 2 de outubro de 2009**. Institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade Educação Especial. Brasília: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, 2009.

_____. Secretaria de Educação Especial. **Saberes e práticas da inclusão:** desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de

alunos surdos. [2. ed.]. Brasília: SEESP/MEC, 2006. 116 p. Disponível em: <://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/alunossurdos.pdf> Acesso em 17 maio 2016.

_____. Ministério da Casa Civil. **Lei nº 12.319, de 1º de setembro de 2010**. Regulamenta a profissão de Tradutor e Intérprete da Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS . Brasília, 2010.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

BISCAINO NETO, J.; RABELO, G. C.; FREIRE, R. Efeito da poluição hídrica devido ao escoamento superficial urbano. **Revista nacional de gerenciamento de cidades**, v. 03, n. 20, 2015, p. 186-202. Disponível em < http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1065/1089 > Acesso em 5 fev. 2016.

BORGES, L. C.; SALOMÃO, N. M. R. Aquisição da Linguagem: Considerações da Perspectiva da Interação Social. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.16, n. 2, p. 327-336.

BRAGA, A. L. F. et al. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 23, 2007. Disponível em <http://www.scielosp.org/pdf/csp/v23s4/09.pdf> Acesso em: 7 fev. 2016.

BREDWEG, B.; FORBUS, K. Qualitative modeling in education. **AI Magazine**, v. 24 n. 4, p. 35-46, dezembro/fevereiro, 2003.

BREDEWEG, B.; BOUWER; A. J., LIEM, J.; & SALLES, P. **Curriculum for learning about QR modelling**,. Amsterdam, the Netherlands: Naturnet-Redime Project, 2006. Naturnet-Redime, STREP project co-funded by the European Commission within the Sixth Framework Programme (2002-2006), Project nº.004074, Project Deliverable Report D6.9.1

BREDEWEG, B.; SALLES, P.; NUTTLE, T. Using exogenous quantities in qualitative models about environmental sustainability. **AI Communications**, v. 20,n. 1. p. 49–58, 2007.

BREDEWEG, B. et al. Towards a structured approach to building qualitative reasoning models and simulations. **Ecological Informatics**, Amsterdam, v. 3, n. 1, p.1-12, jan. 2008.

BREDWEG, B. et al. **Technical design and architecture**. University of Augsburg, 2009a. Project co-funded by the European Commission within the Sixth Framework Programme, Project nº 231526, Project Deliverable Report D2.1

BREDWEG, B.; LINNEBANK, F.; BOUWER, A.; LIEM, J. Garp3: Workbench for qualitative modelling and simuation. **Ecological Informatics**, n 4, 2009b. p. 263-281

BREDWEG, B.; LIEM, J.; BEEK, W. Differentiating qualitative representations into learning spaces. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON QUALITATIVE REASONING. 24, 2010. University of Amsterdam, 2010, p.6.

CAMPELLO, A. R. e S. **Aspectos da visualidade na educação de surdos**. 2008. 245 f. Tese (Doutorado em Educação) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CAMPOS, M. L. I. L.; SANTOS, L. F. Educação especial e educação bilíngue para surdos: As contradições da inclusão, In: ALBRES, N. A.; NEVES, S. L. G. **LIBRAS em estudo**: política educacional. São Paulo: FENESIS, 2013, p. 13-37.

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição do solo e nas aguas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública.- Universidade de São Paulo, 2007.

CORDOVA, B. C. **Concepções de intérpretes de língua de sinais acerca de sua atuação em contextos educacionais**. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em < http://hdl.handle.net/10482/5324 >. Acesso em 20 jun. 2013.

COSTA, C. M. et al. Controle da poluição da água em Maceió. **Cadernos de Graduação-Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v. 1 n.1 p. 41-50, maio 2014.

CUNHA, J. A. C. da; RIBEIRO, E. M. S. A etnografia como estratégia de pesquisa interdisciplinar para os estudos organizacionais. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 2, n. 9, p.1-17. 2010.

CRUZ, R. M. H. O processo da aquisição da linguagem na perspectiva dos pais de alunos surdos. **Revista Virtual de Cultura Surda**. n. 14, 1-22. Set. 2014.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos- As novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n.3, p. 88-93, Mai./Jun. 1995.

DEMO, P. **Pesquisa e informação qualitativa:** aportes metodológicos. Campinas, Editora Papirus, 2006. 135p., Coleção Papirus Educação.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Revista Educar em Revista**, Paraná, n. 16, p. 181-191. 2000.

FALKENNHAINER, B.; FORBUS, K. D. Compositional modeling: Finding the right model for the job. **Artificial Inteligence**, v. 5 n. 1-3 p. 95-143, 1991.

FAULSTICH, E. Formação de termos: do constructo e das regras as evidencias empíricas. In: FAULSTISH, E; ABREU, S. P. (Orgs). **Linguística aplicada a terminologia e a lexicologia**. Porto Alegre, UFGRS, Instituto de Letras, NEC, 2003, p. 11-31.

FELTRINI. G. M. **Aplicação de modelos qualitativos a educação cientifica de surdos**. 2009. 222f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, 2009.

FELTRINI. G. M. et al. Aplicando modelos de raciocínio qualitativo ao ensino de ciências de estudantes surdos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIIEnpec, 11, 2009, Florianópolis. **Anais**.

FERNANDES, E. Língua de sinais e desenvolvimento cognitivo de crianças surdas. **Revista Espaço**: Informativo técnico-científico do INES, Rio de Janeiro, n. 13, junho, 2000.

FERNANDES, S.; MOREIRA, L. C. Políticas de educação bilíngue para surdos: o contexto brasileiro. **Educar em Revista**, Edição Especial, n. 2 p. 51-69, 2014.

FORBUS, K. Qualitative process teory. **Artificial Inteligence**, v.24 n.1-3, p. 85-18, dezembro 1984.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa**. São Paulo: Artmed, 2009. 193p.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, setembro/dezembro, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Pesquisa nacional de saneamento básico**. 2008. Disponível em < http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/> Acesso em 15 de abr. 2015.

GOÉS. A. R. S. Desmitificando a atuação do interprete de LIBRAS na inclusão. 2012. **Revista Virtual de Cultura Surda e Diversidade**. n. 9, Março/2012. Disponível em < http://editora-arara-azul.com.br/novoeaa/revista/?p=946> Acesso em 20 set. 2016.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 3, n. 35, p.20-29. Maio/Junho de 1995.

GOULDING, C. Grounded theory, ethnography and phenomenology. a comparative analysis of three qualitative strategies for marketing research. **European Journal of Marketing**, v. 39, n. 3 / 4, p. 294-308, 2005.

HOLANDA, A. Questões sobre pesquisa qualitativa e pesquisa fenomenológica. **Análise Psicológica**, v. 24, n.3, p. 363-372, 2006.

HONORA, M; FRIZANCO, M. L. E. **Livro ilustrado de língua brasileira de sinais**: desvendando a comunicação usada pelas pessoas com surdez. São Paulo: Ciranda Cultural, 2009. 352p.

KELMAN, C. A. Significação e aprendizagem do aluno surdo**.** In MARTÍNEZ, A. M.; TACCA, M. C. V. R. (Orgs.) **Possibilidades de aprendizagem**: ações pedagógicas para alunos com dificuldade e deficiência. Campinas, São Paulo, 2011.

KONIG, R, LEMES, A. **Aquisição da linguagem das crianças surdas**. S.l, s.d., 2007. Disponível em < http://guaiba.ulbra.br/seminario/eventos/2007/artigos/letras/298 .pdf.> Acesso em 13 ago. 2016.

LACERDA, C. B. F. de; SANTOS, L. F. dos; CAETANO, J. F. Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos. In: LÍNGUA brasileira de sinais – LIBRAS uma introdução. São Paulo: UAB-UFSCar. 2011, p.103-118.

LEÃO, I. G. de S. **O uso de modelos de raciocínio qualitativo para investigar a teoria e a dinâmica de metapopulações**. Brasília, 2011. 129f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

MAGALHÃES, J. N. **Currículo integrado, mapas conceituais e aprendizagem:** um estudo junto ao curso de licenciatura em ciências da natureza-IF/SC. 2011. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Departamento de Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MALLMAM, L.; GELLER, M. (Re)pensando o uso de libras e signwriting: uma experiência com mapas conceituais. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 1, n. 13, p.158-177, jan/junho de 2011.

MARINHO. M. L. **O ensino da biologia:** o intérprete e a geração de sinais. 2007. 143 p. Dissertação (Mestrado em Lingüística)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em < http://hdl.handle.net/10482/2768> Acesso em 20 jun. 2013.

MARQUES, M. L. A. P. et al. A educação ambiental na formação da consciência ecológica. **Cadernos de Graduação- Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v. 1 n.1 p. 41-50, maio 2014.

MESERLIAN, K. T.; VITALIANO, C. R. Análise sobre a trajetória histórica da educação dos surdos. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, EDUCERE, III ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA. 9, 2009. **Anais**. Disponível em <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3114_1617.pdf> Acessado em 27 out. 2016.

MOURA. M. C. de; LODI, A. C. B.; HARRISON. K. M. **História e educação:** o surdo, a oralidade e o uso de sinais. In: TRATADO de fonoaudiologia. São Paulo: Editora Roca. 1997. Cap. 16.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The theory underlying concept maps and how to construct them, technical report IHMC CmapTools 2006-01, Florida: Institute for Human and Machine Cognition, 2006.

PEDROSO, C. C. A.; DIAS, T. R. da S. Inclusão de alunos surdos no ensino médio: organização do ensino como objeto de análise. **Nuances: Estudos Sobre Educação**, v. 20, n. 19, p.135-155, Maio/Agosto. 2011.

PEREIRA, M. C. da C.; VIEIRA, M. I. da S. Bilingüismo e Educação de Surdos. **Revista Intercâmbio XIX**, São Paulo, p. 62-67, 2009.

QUADROS, R. M. de. **Educação de surdos:** a aquisição da linguagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

QUADROS, R. M. de. **O tradutor e intérprete de língua brasileira de sinais e língua portuguesa**. Brasília: MEC; SEESP, 2003.

QUADROS, R. M. de; SCHMIEDT, M. L. P. **Ideias para ensinar português para alunos surdos**. Brasília : MEC, SEESP, 2006.

QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. B. **Língua de sinais brasileira***:* estudos linguísticos. Porto Alegre: ArtMed, 2004.

QUADROS, R. M. de; FINGER, I. **Teorias de aquisição da linguagem**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. 304p. Disponivel em <https://www.researchgate.net/publication/268366651_TEORIAS_DE_AQUISICAO_DA_LINGUAGEM> Acesso em 13 ago. 2016.

QUADROS, R. M. de; CRUZ, C. R. **Língua de sinais**: instrumento de avaliação. Porto Alegre: Artmed, 2011. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=JVVYWP6btj4C&oi=fnd&pg= PA9&dq=ronice+muller+quadros,+2008&ots=p8IfbImOn4&sig=Xzz-Uivr1jvs6JjqI4Yl6KClskU#v=onepage&q&f=false> Acesso em 10 ago. 2015.

QUADROS, R. M. de; PIZZIO, A, L. Aquisição da Língua de Sinais. 2011. 79 f. Org. Licenciatura em Letras-Libras na modalidade a distância. Centro de Comunicação e Expressão. Universidade de Santa Catarina

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

ROCHA, J. M. R. da. **Disposição dos resíduos sólidos do município de Araçagi-PB: um problema ambiental**. 2012. 56 f. Monografia (Especialização em Geografia e Território: Planejamento Urbano, Rural e Ambiental)-Universidade Estadual da Paraíba.

ROSA, E. F.; LUCHI, M. Semiótica imagética: a importância da imagem na aprendizagem. In: ENCONTRO DO CELSUL, 9, 2010. Palhoça. Disponível em <http://www.celsul.org.br/Encontros/09/artigos/Emiliana%20Rosa.pdf>Acesso em 15 maio 2015.

SALLES, H.; SALLES, P.; BREDEWEG, B. Qualitative reasoning in the education of deaf students: scientific education and acquisition of Portuguese as a second language. In: FORBUS, K.; de KLEER, J. (eds.) **Proceedings of the 18th InternationalWorkshop on Qualitative Reasoning (QR'04**, Evanston, Illinois, 2004, p. 97-104.

SALLES, P. S. B. de A.; SAITO, C. H.; ARAÚJO, S. C. de S. Raciocínio qualitativo como ferramenta de aprendizado- experiência adquirida ao modelar. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 15, julho/dezembro 2005, p. 19.

SALLES, P.; NOBLE, R.; ZITEK, A.; MIODUSER, D.; ZUZOVVSKY, R.; BORISOVA, P. ***DynaLearn* curriculum reflection and advancement.** 2011. Universidade de Brasília. *DynaLearn* FP7-ICT-2007-3 project 231526, D6.3.

SALLES, P.; SOUZA, A.; NOBLE, R.; ZITEK, A.; BORISOVA, P, LEIBA, M.; BREDEWEG, B. ***DynaLearn* curriculum for environmental science**. 2012. *DynaLearn*, EC FP7 STREP project 231526, Deliverable D6.5.

SANTANA, A. P. **Surdez e linguagem:** aspectos e implicações neurolinguísticas. São Paulo: Plexus, 2007. 268 p.

SAYÃO, L, F. Modelos teóricos em ciências da informação: abstração e método científico. Ciência da Informação, v. 30, n. 1, p. 82-91, janeiro-abril. 2001.

SKLIAR, C. Uma perspectiva sócio-histórica sobre a psicologia e a educação dos surdos. In:(Org.). **Educação e exclusão**: abordagens sócio-antropológicas em educação especial. Porto Alegre: Mediação, 1997, p.106-153.

SKLIAR, C. **Educação e exclusão**: abordagens socioantropológicas em educação especial. 7 ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.

SOARES, L. G. da C.; SALGUEIRO, A. A.; GAZINEU, M. H. P. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso. **Centro de Ciências e Tecnologia**. v. 1 n. 1, julho-dezembro 2007.

SOUZA, S. F.; SILVEIRA, H. E. Terminologias químicas em LIBRAS: a utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos. **Química na Escola**, v. 33, n. 1, p. 37-46, fevereiro, 2011.

SILVA, V.; SILVA, F. I. da. A criação de novos sinais na disciplina de informática do curso de educação de jovens e adultos surdos com profissionalização em desenho técnico: iniciando uma leitura. **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação de Surdos** – IFSC, 2012. Disponível em < http://palhoca.ifsc.edu.br/index.php/principal/biblioteca> Acesso 15 jul. 2014.

SCHWARZ, C.V.; REISER, B.J.; FORTUS, D.; DAVIS, E.A.; KENYON, L.; SHWARTZ, Y. Developing a learning progression of scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 46 p. 632-655, 2009.

STADLER, J. P. **Ensino bilíngue LIBRAS /português para alunos surdos:** investigação dos cenários da educação bilíngue de química e de sinais específicos em sala de aula. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química Tecnológica e Licenciatura em Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, 60p, 2013.

TEIS, D. T.; TEIS; M. A. **A abordagem qualitativa:** a leitura no campo da pesquisa. Biblioteca on-line de ciências da comunicação, 2006, Disponível em < http://www.bocc.ubi.pt/> Acesso 10 jan. 2014.

TRIP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, setembro/dezembro, 2005.

VALES, Lucila dos Santos. **Pequeno dicionário regional de LIBRAS para artes**, 48 f. Monografia (Especialização em Pedagogia da Arte). Faculdade de Arte – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

VASCONCELOS, L. C. da S. et al. A chuva ácida em sala de aula. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12, 2007, Natal.

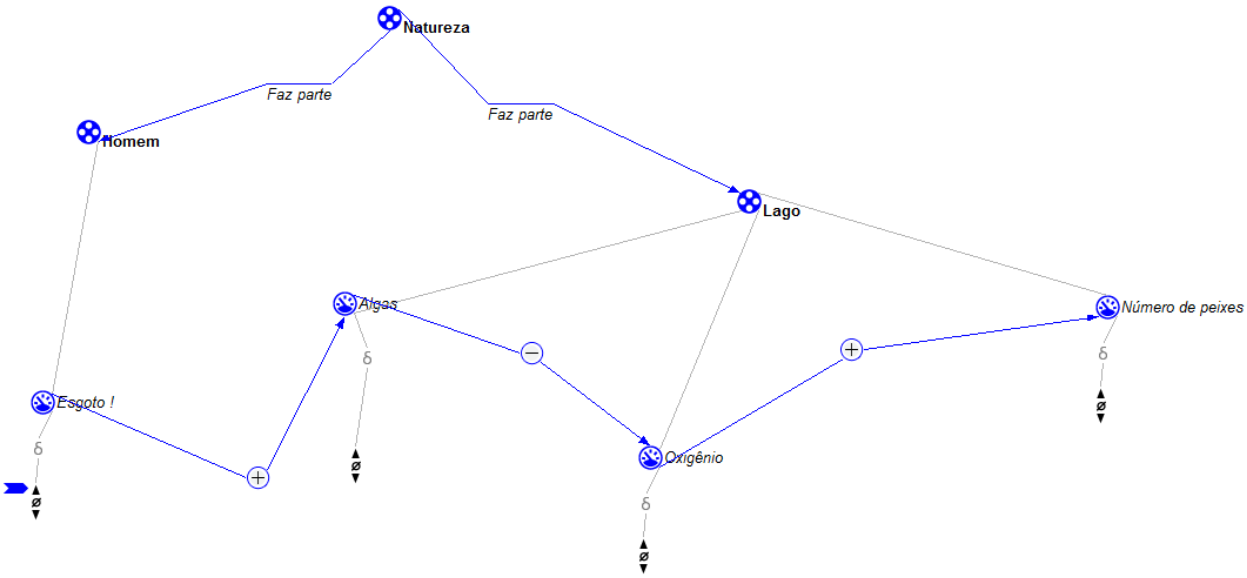
VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZITEK, Andreas; POPPE, Michaela; STELZHAMMER, Michael. **BOKU evaluation of *DynaLearn* prototype.** Vienna:University of Natural Resources and Life Sciences, 2010. p. 91. Collaborative project (STREP), Projetc number 231526, Deliverable D7.2.5.

APENDICE A- Questionários

1. Poluição da Água

1-OBSERVE A FIGURA E APONTE.



a) ESGOTO MUITO **ALGAS MUITO TAMBÉM ?**

( ) SIM ( ) NÃO

b) ALGAS MUITO AR LIMPO POUCO ?

( ) SIM ( ) NÃO

c) AR LIMPO POUCO PEIXES POUCO ?

( ) SIM ( )NÃO

2-COMPLETAR USANDO AS PALAVRAS:

-MUITO -POUCO

a) Se peixe pouco, então algas_____.

b) Se algas muito, então oxigênio_____.

c) Se esgoto pouco, então peixes_____.

1. Complete com as palavras:

-ESGOTO -ALGAS -OXIGÊNIO -PEIXE

a) Homem produz (fazer) _____.

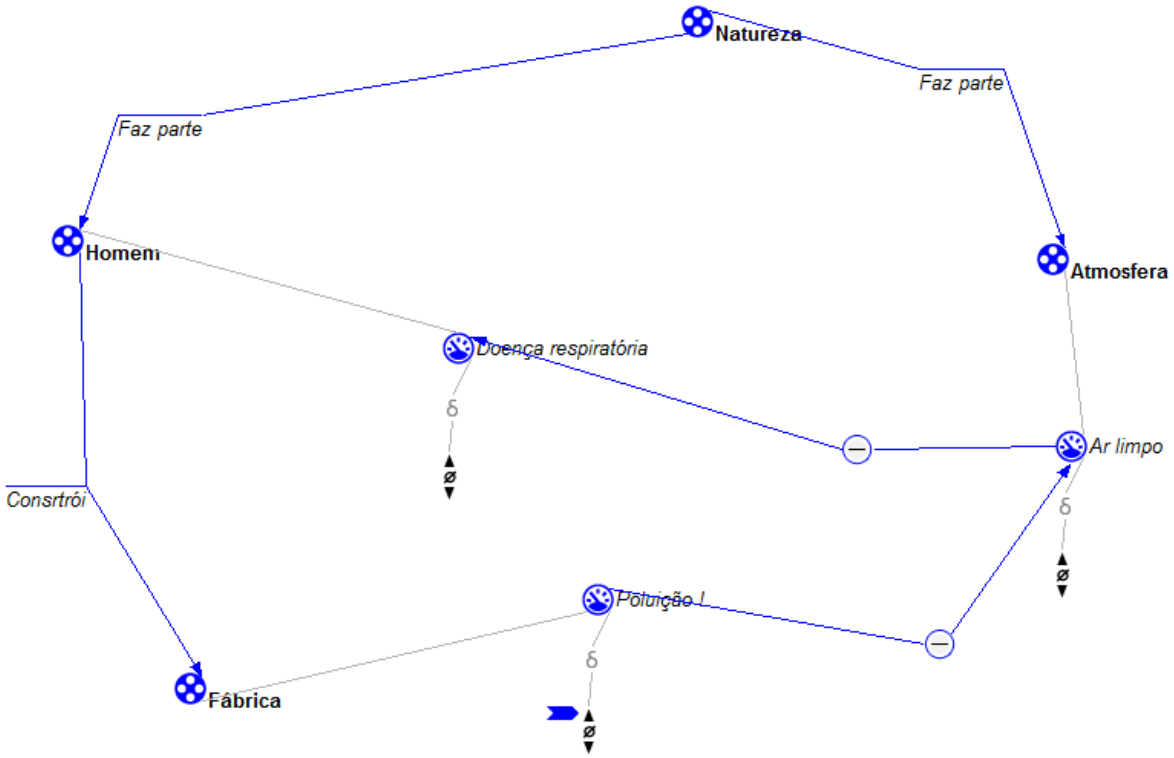
b) _____faz parte do lago.

c) peixes precisam de _____ para viver.

d) a natureza tem _____ e o _____.

2.Poluição do Ar

1-OBSERVE A FIGURA E APONTE.



a) POLUIÇÃO MUITO **AR LIMPO POUCO?**

( ) SIM ( ) NÃO

b) AR LIMPO POUCO **DOENÇA MUITO ?**

( ) SIM ( ) NÃO

2- COMPLETE USANDO AS PALAVRAS:

-MUITO -POUCO

a) Se ar limpo pouco, então poluição_____.

b) Se doença respiratória muito, então ar limpo_____.

c) Se poluição muito, então doença respiratória_____.

3-Complete com as palavras:

-FABRICA -POLUIÇÃO -AR LIMPO - HOMEM

a) Homem constrói_____.

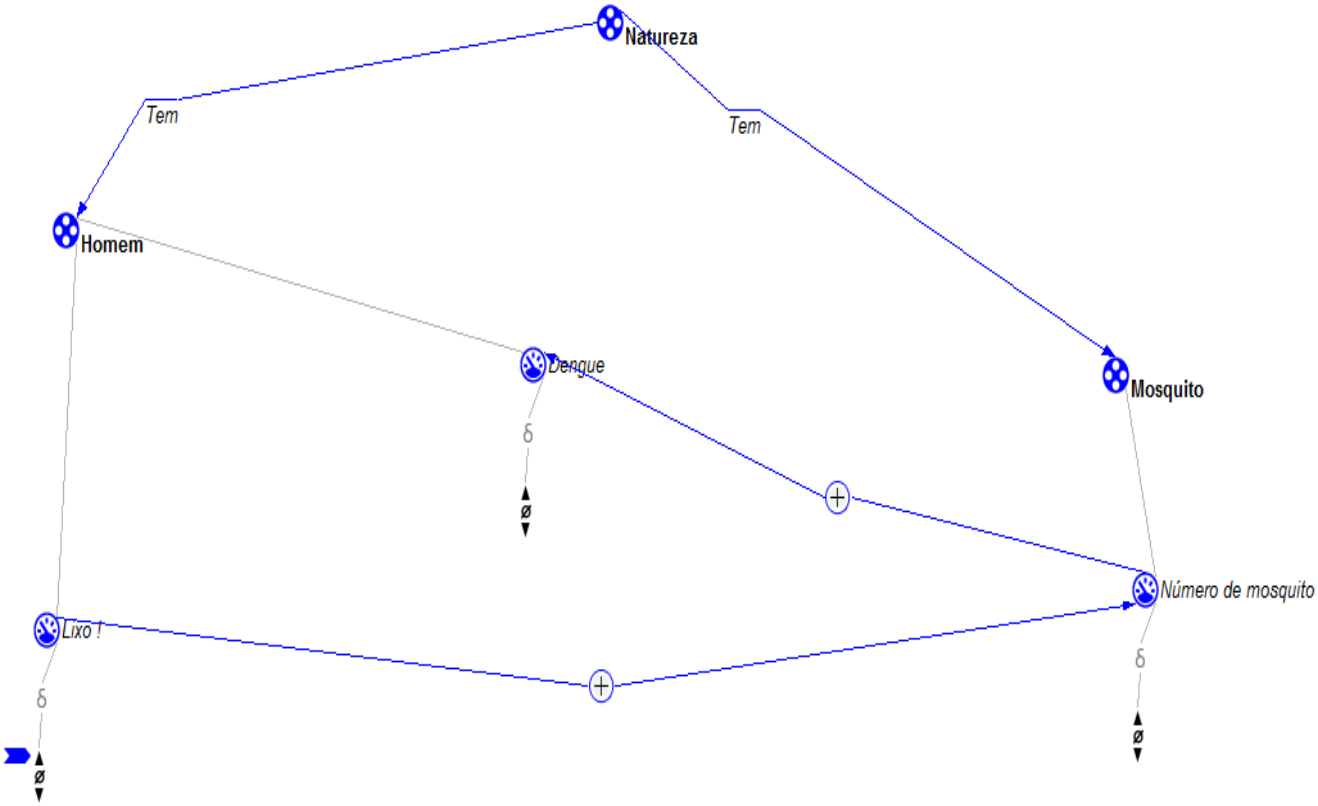
b) Fábrica produz (fazer)_____.

c) Atmosfera tem_____

d) A natureza tem _____ e o _____.

3. Poluição do Solo

1-OBSERVE A FIGURA E APONTE.



a) LIXO MUITO **MOSQUITO MUITO?**

( ) SIM ( ) NÃO

b) LIXO POUCO **DENGUE MUITO ?**

( ) SIM ( ) NÃO

2-COMPLETAR USANDO AS PALAVRAS:

-MUITO -POUCO

a) Se MOSQUITO POUCO, então LIXO_____.

b) Se DENGUE muito, então MOSQUITO_____.

c) Se LIXO muito, então DENGUE_____.

3.Completar com as palavras:

- -LIXO -DENGUE - MOSQUITO

a) Natureza ter_____.

b) Mosquito causar_____.

c) Homem ter_____

d) _____ aumentar MOSQUITO e _____.

APÊNDICE B -Transcrição das Aulas

ALUNO 1

Poluição da Água.

A aula foi ministrada no contraturno em uma terça-feira, na parte da manhã para o Aluno acompanhado pela professora interprete-tradutora de LIBRAS . O conteúdo foi Poluição do Agua. Primeiramente foi mostrado ao aluno um slide com duas figuras, a primeira demonstrava um rio poluído em que dois peixes assustados boiavam em cima de uma madeira. A segunda era uma imagem real do processo de eutrofização demonstrando sua fase final em que um peixe aparece morto em meio as algas e é perguntado o que está acontecendo. O intuito é relembrar o tema sobre poluição demonstrando o conhecimento prévio do aluno.

Logo após a breve introdução é mostrado um cenário no software *DynaLearn*, presente no anexo, em que simula o processo de poluição da água, desde a produção humana de esgoto até a morte dos peixes por consequência desse ato, passando pelo aumento de algas e diminuição do oxigênio do lago.

A aula se estende da seguinte forma:

O pesquisador apresenta os slides e pergunta:

Pesquisador: O que está acontecendo?	Aluno 1: Sujo. Sabão, banheiro no rio.
P: Esgoto?	A1: Sim. (Professora soletra esgoto)
P: Quem fez isso?	A1: (Aluna Confusa)
P: Pessoa que faz?	A1: Pessoas nas fábricas de trabalho. Carros, caminhões.
P: Quem faz então é o?	A1: Homem. Pessoas. Joga os líquidos.
P: Então o homem joga os líquidos. Onde?	A1: Rios.
P: O que tem nos rios? O que você está vendo?	A1: Peixe. Esgoto. Lixo. Algas.
P: Lixo é comida para as algas.	(Professora explica: como nós comemos arroz e feijão as algas comem esse esgoto).

P: Se tem muito lixo o que acontece com a alga?	A1: Aumenta. (Aluna confusa)
P: Então se tem muito lixo tem muita alga. Algas não são boas para os peixes.	A1: Peixes morrer.
P: Então o homem joga o lixo na água. Quanto mais...	A1: Sujo.
P: Isso. Quanto mais sujo, mais algas. Então mais alga, o que acontece?	A1: Morrer peixe.

O pesquisador agora mostra o software *DynaLearn* com o cenário sobre poluição montado com todos os elementos relacionados.

P: Olha aqui. É a natureza (aponta no slide). Está ligado com o homem.	A1: Sim.
Professora explica que a natureza está sempre de encontro com o homem. Está ligada ao homem.	
P: Também a natureza tem o...?	A1: O lago.
P: Isso. A natureza tem o homem. A natureza tem o lago.	A1:(Aluna observa)
P: Agora. Homem faz o que? (aponta para a ligação entre homem e esgoto).	A1: O lixo.
P: Isso. Joga esgoto, agua suja. Onde que ele joga? (Apontando para o slide no cenário).	A1: No lago.
Aluno presta atenção nas ligações e a professora explica, esgoto encontra lago.	
P: E o lago. O que tem no lago?	A1: Ter sujo (esgoto).
P: O lago tem o peixe. (Aponta para o cenário). Lago limpo, peixe está vivo.	A1: Entendeu.
Professora explica em LIBRAS que ar tem oxigênio. Ar com bastante oxigênio é o ar limpo.	
P: Então. O Lago tem ar limpo, o oxigênio né e o que mais? Lembra de antes? Tem as?	A1: Algas. (Compreende melhor)
P:Lago tem peixe. O lago tem oxigênio. E o lago tem....as?	A1: Algas.
P: O que o homem joga no lago? (Aponta para o cenário na ligação entre o esgoto e o lago.)	A1: Esgoto.
P: E o esgoto. Ele está ligado a...?	A1: Peixes morrem.

Professora intervém e explica que o esgoto está lá e com o tempo acontece o que?	
P: O que acontece com as algas?	A1: Aumenta.
P: Por que alga aumenta? (Mostra o slide)	A1: Porque comer sujo (esgoto).
P: E a agua come o oxigênio, o O2. E o O2?	
Professora intervém e fala que a alga acumula e pergunta como fica o 02.	
	A1: Tem nada.
P: O ar, oxigênio vai diminuindo?	A1:(Ar) pouco.
P: E os peixes?	A1: Não vivem.
P: Então. Peixe diminui, por que?	A1: Agua suja.
P: Rio está sujo por que?	A1: Algas.
P: Isso. O que a alga faz?	A1: Vai fechar o rio.
P: Alga acaba com o...?	A1: O2.

Após essas observações e o aluno ficar familiarizado com as ligações é dito a ele para voltar desde o começo e explicar as ligações.

P: Então vamos voltar. A natureza. Ela tem?	A1: Lago.
P: O que mais?	A1: Homem. Lago.
Professora pergunta em LIBRAS o que há no lago	
	A1: Peixes.
P: O que mais?	A1: O O2 (oxigênio)
P: E?	A1: Algas.
P: E o homem? Ele faz o que?	A1: Joga lixo, esgoto.
P: Isso, joga esgoto, onde? No lago né.	(Aluno concorda).
P: Se eu tenho muito peixe quer dizer o que? Que eu tenho pouco...?	A1: Esgoto.
Pesquisador aponta para a quantidade de esgoto e mostra a seta para cima que significa aumento.	
P: Então. Muito esgoto, o que acontece com as algas?	A1: Aumenta.
P: E o oxigênio? (Pesquisadorr aponta para a representação do oxigênio no modelo).	
Aluna se adianta e faz o sinal de O2. Professora pergunta o que acontece com o oxigênio quando há muita alga.	
	A1: Diminui.

P: E aí (mostra o modelo). O que acontece com o peixe?	A1: Peixe morrer.

É feita a simulação do modelo. A seta posicionada para cima demonstra uma diminuição das algas que por sua vez diminui o oxigênio, que consequentemente diminui o número de peixes. Aluno 1 observa e percebe a mudança.

P: E ai? O que mudou?	A1: Algas muito. (aluna aponta.) O2 pouco.
P: E? (aponta para a representação do peixe no modelo)	A1: Pouco peixe.

Não é simulado novamente. Pesquisador faz perguntas para observar se houve compreensão das ligações entre os elementos.

P: E agora. Esgoto pouco, e o oxigênio?	
Professora explica em LIBRAS . Se esgoto é pouco, agua suja é pouco, o que poderia acontecer com o oxigênio?	
	A1: Vai aumentar.
P: Se eu tenho pouca sujeira ai eu tenho poucas algas, né. Pouca alga eu tenho bastante O2.	Aluna concorda e faz sinal de muito
P: Muito O2, peixe então?	A1: Morre?
Professora explica em LIBRAS que o O2, o ar limpo é o que para o peixe.	
	A1: Bom. Muito.
P: Então, pouco esgoto. Pouca alga. E?	A1: Muito O2.
P: Então o peixe?	A1: Vida.

É simulado o modelo novamente, porém dessa vez é marcado a seta para baixo do esgoto, indicando que é produzido pouco.

P: E aí? O que você vê aqui? (Aponta para a representação da alga no modelo).	A1: Pouco alga.
Pesquisador aponta para a representação do oxigênio.	A1: O2 mais (aluno se adianta e sinaliza “ peixe mais” apontando para a representação).
P: E peixe?	A1: Aumentar.
Pesquisador tira da simulação.	
P: Deixa eu ver. Peixe pouco, oxigênio?	A1: Pouco.
P: E alga, vai ser o que?	A1: Muito.
P: Isso. Alga muito, o esgoto?	A1: Muito.

Poluição do Ar

A aula transcorreu no contraturno em uma quinta-feira com o aluno sendo acompanhado pelo professora interprete-tradutora de LIBRAS .

O pesquisador faz uma retrospectiva do que o aluno aprendeu na aula anterior para depois iniciar a aula com os slides sobre o tema em que está disposto duas imagens; a primeira apresenta uma fábrica emitindo fumaça e a segunda uma mulher assoando o nariz inferindo que está doente. O intuído era, como na aula anterior, relembrar o tema e demonstrar o conhecimento prévio do aluno.

Logo após o cenário de poluição do foi mostrado no software *DynaLearn*. Nele se via inicialmente a mesma configuração do sistema anterior, as entidades natureza ligadas ao homem, porém duas outras entidades foram inserida; a atmosfera e a fábrica, sendo que cada um apresenta uma quantidade, respectivamente doença respiratória, ar limpo e poluição (aqui denominado como ar sujo).

A aula seguiu da seguinte forma.

O pesquisador faz uma retrospectiva da aula anterior.

Pesquisador: Você lembrar o homem está dentro da natureza?	Aluno 1: Sim.
P: O que mais?	A: Vários
Professora pergunta “o que mais? Qual tá dentro também?	
	A: Agua
P: Isso, o lago. O que dentro do lago?	A: Alga e peixe.

O pesquisador apresenta os slides e pergunta:

P: Agora vamos falar da poluição do ar?	Aluno 1: Sujo. Sabão, banheiro no rio.
Professora traduz:” Agora trabalhar o ar sujo”	
P: O que você vê aqui ?(mostrando o slide)	A1: Fábrica, trabalhar
P: o que você vê aqui (mostrando a fumaça)	A1: Fumaça
P: E esse aqui? (mostrando a foto de uma menina assoando o nariz)	A: Resfriado.
P: O que está acontecendo aqui? (mostrando o slide?	A: Trabalhar fábrica e doente.

P: Os dois estão juntas né. Esse causa esse?	A: Sim.
P: Entendeu?	A: Entendeu.
P: Quem faz isso? (Aponta para fábrica)	A: Trabalhar, homem.
P: Quem construir fábrica?	Aluna confusa.
P: Homem trabalhar fábrica! Pesquisador pede ajuda a professora.	Aluna Confusa.
Professora fala que o sinal de " fazer" é mais compreensível do que o de construir.	
P: Quem faz a fábrica?	A: Fazer, construir fábrica (Aluna não entende a pergunta)
Professora explica " Lugar fábrica, tava ali? Nada! Vir quem? Fez, construir. Quem?	
	A: Não compreende.
Professora explica "Nós nascer, chegar e ter árvore, rio.	
	A: Cortar arvore.
Professora explica "Isso, quem cortar? Quem cortar arvores e fazer fábricas? " Chegar e já ter? Quem fazer? O Animal?	
	A: Pessoa
P: Pessoa fazer a fábrica, né. O que é isso (aponta para a fumaça?)	A: Ar sujo
Professora faz a datilologia de F-U-M-A-ÇA	
P: E o que ela causa nas pessoas?	
Professora traduz " O ar fazer o que pessoas?	
	A: Mal pulmão.
P: Isso! Isso a fábrica faz.	A: Sim.

Após a apresentação dos slides o Pesquisador abre o programa para que o aluno tente construir cenário de poluição do ar apenas pelos conhecimentos prévios apresentados.

P: Vou ver se ela consegue fazer uma coisa. Vou tentar uma coisa diferente.	
P: Você sabe fazer o que a gente falou?	
Professora traduz	
	P: Natureza, lago.
Professora explica: Primeiro foi a natureza, depois o lago. Isso passado. Agora hoje, vai falar do ar sujo. Então primeiro lugar, o que? A fábrica, as pessoas fizeram a fábrica. Ai aquele ar sujo, pessoa doente.	
	A: Problema pulmão.
P: Você consegue fazer? Lembra?	A: Sim. (indecisa)
P: Qual esse? A natureza.	A: Natureza. P-o-l-u-i-ç-ã-o.
P: Natureza. Ela tem quem?	A: Homem.
P: Natureza primeiro.	A: Poluição.
P: Agora não. Primeiro natureza. (mostra no programa).	
Professora explica. Primeiro a natureza, tava lá. Ai chegou?	

	A: Lago.
Professora: Não isso é passado. Agora hoje vamos trabalhar o ar, só. Esquece lá atrás.	
P: Você lembra? (Troca de cenário e mostra a poluição da água)	A: mais ou menos.
P: Lembra? Natureza tem homem	A: Natureza, homem.
P: Homem faz o que? O?	A: E-s-g-o-t-o
P: Agora	
Pesquisador troca o cenário para o de poluição do ar para demonstrar para o aluno como que se constrói o cenário.	
P: Natureza tem o homem.	A: (aluna repete)
P: O que o homem faz?	A: Fabrica.
P: Isso! Vamos colocar aqui primeiro (escolhe entidade demonstrando como se faz).	
P: Primeiro!! Natureza.	A: Natureza. (aluna escreve no programa)
P: Agora. Homem.	A: Homem (aluna escolhe entidade)
P: (demonstra como escreve homem em LIBRAS - datilologia)	A: (começa a escrever)
P: Agora homem tem?	A: Esgoto?

Aluna se vê confusa ao construir o cenário pois troca o assunto vigente, poluição do ar, pelo assunto já visto, poluição da água. Somente o conhecimento prévio não foi suficiente para que ela montasse o cenário. O pesquisador percebe e para a construção para iniciar a explicação da poluição do ar pelo programa.

O pesquisador apresenta novamente o software *DynaLearn* com o cenário sobre a poluição do ar construídos com todos seus elementos:

P: Natureza, ela tem?	A: Homem.
P: E o homem ele faz?	A: Fábrica
P: Isso. Só que a fábrica faz o que?	A: Ar sujo.
P: Isso, Poluição. Agora a natureza tem o céu (atmosfera)	
Professora faz a datilologia de Atmosfera e explica que está presenta, mas não vemos, é onde está o ar.	
P: Então a natureza, ela tem o Homem e tem a atmosfera (aponta para a entidade atmosfera). O céu, ar.	A: Sim. (Faz expressão de compreensão)
P: A atmosfera tem o ar limpo (aponta para a quantidade correspondente)	A: Ar limpo.
P: A natureza tem o que?	A: Ar limpo.
P: O homem faz o que? (Aponta para a entidade)	A: Ar sujo.
P: Isso, poluição. Então lembra isso (aponta para o espaço quantitativo correspondente a poluição)	A: Sim.

P: ar sujo faz o que com o ar limpo? (aponta para as respectivas quantidades)	A: Abaixar.
P: Então, o ar sujo aumenta e o ar limpo?	A: Abaixar.
P: Isso, o ar sujo muito, e a doença (aponta para a quantidade) o que acontece?	A: problema.
P: aumenta ou diminui?	A: aumentar. Mais.
P:Então, o homem tem doença. Do pulmão.	A: Sim, problema.
P: Então o ar sujo aumenta a doença.	A: aumentar.
P: então vamos ver aqui? Fábrica faz?	A: ar sujo (aponta)
P: O ar sujo. Entao se o ar sujo aumentar o ar limpo?	A: Ar sujo aumentar, ar limpo pouco.
Pesquisador simula o cenário em que escolhe a	
P: (pesquisador aponta para a quantidade poluição e a quantidade ar limpo e depois doença respiratória)	A: (aluna responde respectivamente) muito, pouco e muito.
P: Então, homem muita o que?	A: Fábrica
P: E muita fábrica faz?	A: Ar sujo, doença.

O pesquisador apresenta novamente o software *DynaLearn* com o cenário sobre a poluição do ar construídos com todos seus elementos:

P: Natureza, ela tem?	A: Homem.
P: E o homem ele faz?	A: Fábrica
P: Isso. Só que a fábrica faz o que?	A: Ar sujo.
P: Isso, Poluição. Agora a natureza tem o céu (atmosfera)	
Professora faz a datilologia de Atmosfera e explica que está presenta, mas não vemos, é onde está o ar.	
P: Então a natureza, ela tem o Homem e tem a atmosfera (aponta para a entidade atmosfera). O céu, ar.	A: Sim. (faz expressão de compreensão)
P: A atmosfera tem o ar limpo (Aponta para a quantidade correspondente)	A: Ar limpo.
P: A natureza tem o ela tem?	A: Ar limpo.
P: O homem faz o que? (Aponta para a entidade)	A: Ar sujo.
P: Isso, poluição. Então lembra isso (aponta para o espaço quantitativo correspondente a poluição)	A: Sim.
P: ar sujo faz o que com o ar limpo? (Aponta para as respectivas quantidades)	A: Abaixar.
P: Então, o ar sujo aumenta e o ar limpo?	A: Abaixar.
P: Isso, o ar sujo muito, e a doença (aponta para a quantidade) o que acontece?	A: problema.

P: aumenta ou diminui?	A: aumentar. Mais.
P: Então, o homem tem doença. Do pulmão.	A: Sim, problema.
P: Então o ar sujo aumenta a doença.	A: aumentar.
P: então vamos ver aqui? Fábrica faz?	A: ar sujo (aponta)
P: O ar sujo. Entao se o ar sujo aumentar o ar limpo?	A: Ar sujo aumentar, ar limpo pouco.
Pesquisador simula o cenário em que escolhe a	
P: (Pesquisador aponta para a quantidade poluição e a quantidade ar limpo e depois doença respiratória)	A: (aluna responde respectivamente) muito, pouco e muito.
P: Então, homem muita o que?	A: Fábrica
P: E muita fábrica faz?	A: Ar sujo, doença.

Poluição do Solo

A aula transcorreu no contraturno em uma quarta-feira com o aluno sendo acompanhado pelo professora interprete-tradutora de LIBRAS .

O pesquisador iniciou a aula com os slides sobre o tema em que está disposto duas imagens; a primeira apresenta pneus amontoados e jogados e a segunda apresenta uma charge em que um mosquito sai pousa nos pneus e uma mãe e filho o observa assuntados. O intuído era, como na aula anterior, relembrar o tema e demonstrar o conhecimento prévio do aluno.

Logo após o cenário de poluição do foi mostrado no software *DynaLearn*. Nele se via inicialmente a mesma configuração do sistema anterior, as entidades natureza ligadas ao homem, porém as outras entidades deram lugar a mosquito. Dessa vez o homem está ligado a quantidades lixo e dengue e mosquito a número de mosquitos. A aula seguiu da seguinte forma.

O pesquisador mostra o slide com as imagens de pneus amontoados e de uma charge em que um mosquito da dengue surge em cima dos pneus.

Pesquisador: O que está acontecendo?	Aluno: Pneu de carro, mosquito, dengue.
P: Pneu de carro ai chove e tem dengue. Fica doente.	A: Doença (olha para a figura do mosquito).
P: Você est vendo? A natureza.	A: Natureza
P: A natureza tem o homem e tem o mosquito (aponta para as entidades)	A: Sim (fez expressão de compreensão)
P: O homem, ele faz lixo.	A: L-i-x-o (depois faz o sinal)

P: O pneu	A: Pneu, chove, mosquito, picar e pessoa doente.
P: Então, o homem faz o lixo. O mosquito tem o que? (mostra a quantidade dengue)	A: dengue, doença.
P: o mosquito, tá ligado a dengue	A: Mosquito ter dengue.
P: Muito lixo, mosquito muito ou pouco? (aponta para a entidade)	A: mosquito muito.
P: (pesquisador aponta para o espaço quantitativo, especificamente as setas) muito (seta para cima) e pouco (senta para baixo.	A: (aluna acompanha e faz o sinal) muito, pouco (com expressão de compreensão)
Pesquisador simula o cenário e imediatamente aluna percebe as setas aparecendo nos espaços quantitativos apontando para cada.	
P: Muito lixo (aponta para o espaço quantitativo)	A: muito.
P: E mosquito? (aponta para o espaço quantitativo)	A: muito. Muita doença.
Pesquisador muda o espaço quantitativo de lixo indicando pouco e simula o cenário. Aluna percebe a mudança.	
	A: pouco.
P: pouco lixo.	A: mosquito pouco, doença pouco.
P: Então, dengue pouco mosquito?	A: pouco
P: E lixo?	A: pouco
P: Mosquito pouco.	A: depois aumenta
P: Por que aumenta?	A: homem fazer pneu, lixo.

Para se certificar da familiaridade com o programa foi colocado novamente o cenário de poluição do ar.

Pesquisador: Você lembra a natureza tem o homem e a natureza tem o ar?	Aluno: Lembrar.
P: Você lembra que o homem ele faz o que?	A: Fábrica
P: E a fábrica faz o que?	A: P-o-l-u-i-ç-ã-o (datilologia)
P: (aponta para as entidades e quantidades)	A: fábrica muito, poluição muito e ar limpo muito.
	A: (Olha o espaço quantitativo) pouco, ar limpo pouco.

ALUNOS 2, 3, e 4

Poluição da Água

Para essa etapa os alunos tiveram aula em grupo. A turma é composta por 3 alunos surdos sendo que dois oralizam e um não, somente usa a LIBRAS . Cada aluno será descrito com um número; 2, 3 e 4, sendo que os alunos 2 e 3 oralizam e o 4 usa sinais.

Pesquisador: Vamos prestar atenção aqui. O que vocês estão vendo aqui?	Aluno 2: A pessoa está jogando sujeira.
	Aluno 3: Suja.
	Aluno 4: Rio, agua e lixo.
P: Este aqui é o que (aponta para o esgoto)	A 3: Barro.
	A2 : Sujeira. A pessoa joga.
	A4: Entender
P: O que é isso ? (aponta para a figura no liquido saído dos canos.)	A2: O Óleo (faz a datilologia da palavra).
P: Esse é o?	A3: óleo.
P: Óleo, muito bem.	
P: Esse aqui é o que? O que você está vendo? (Aponta para o rio).	A2: Sujeira.
	A3: Peixe.
P: Isso. Peixe. Eles estão com medo.	A2: Tem pneu, garrafa.
	A3: Garrafa.
P: Isso. Sujeira. Esse aqui é do Esgoto (faz a datilologia)	A4: Pessoas jogar muito lixo.
P: Isso as pessoas jogando sujeira no rio né. Esse é o esgoto(aponta e faz a datilologia novamente.	
P: Então, muita sujeira. O que é esse? (aponta para a figura com o peixe morto e as algas).	A2: O peixe morre.
P: Isso, peixe morre.	A3: Peixe morre?
	A4: Sim, peixe, rio.
P: Então muito esgoto, agua muito suja. (aponta para a figura). Peixe?	A2: Peixe morre.
	A4: Agua. (concorda)
	A2: peixe morreu tudo
	A3: morreu.
P: O que é o verde?	
	A3: O peixe estava lá dentro quando morreu.

P: O verde (aponta para a figura) é alga (faz datilologia).	Alunos repetem a datilologia.
	A3: O que é alga.
	A4: (chama a atenção da professora) Desenhar a alga antes.
P: Lembra? Desenharam?	A4: Sim. Faz a datilologia de alga e sinaliza que vai memorizar.
P: Muita alga mata os peixes. Verde (mostra na figura) é igual a muita alga. O que acontece?	A2: Morre vários peixes.
	A3: Os peixes morrem.
P: Por que?	A3: Por que vai jogando lixo então ele vai morrer.
P: Isso. O que o peixe precisa para viver?	A2: Precisa de água limpa.
	A3: Precisa comer. Agua limpa (ouve o outro aluno falar).
P: Com muita alga o peixe vive?	A2 e A3: não.
P: Morre não é!	A2: Morre.
P: Muito lixo e muita agua suja peixe vive?	A2: Não vive. (sinaliza para A3 o não).
	A3: Não vive.
P: peixe vive? (pergunta para A4)	A4: não responde. Alunos tentam ajudar. Ela então diz que os peixes vão comer o lixo.
P: Vão comer? Sim ou não?	A4: Sim.
P: Peixe vive na agua suja ? (pergunta diretamente para A4)	P: Não. (outros alunos concordam).

O pesquisador coloca o programa com o cenário de poluição da água.

P:Esse aqui é o esgoto (faz a datilologia) Está ligado na alga (faz a datilologia). A alga come oxigênio.	
Professora interfere e explica sobre o oxigênio.	
P: O ar limpo é igual o oxigênio (Escreve na lousa o símbolo O2 a pedido da professora).	Alunos relembram.
P: O esgoto (sujo) quando muito o que acontece?	Alunos em dúvida.
P: Vamos voltar. A natureza.	A3: Macaco ,ave.
P: Isso. A natureza ela tem o que?	A3: Macaco.
P: Ela tem o homem. (aponta para a entidade). Ela tem também o que? O rio, o lago.	
P: Natureza. Ela tem quem?	A3: Homem, mulher.
	A2: Homem que corta arvore.

P: Isso. E tem o lago (aponta para a entidade).	
P: E o homem o que ele faz?	A2: Faz sujeira.
P Isso. Você como e joga , lixo sujeira.	A2: Come e joga a sujeira.
P: O homem faz o que?	A2: Ele joga no lago, no rio.
	A4: Joga lixo.
P: E o lago, o que ele tem? O que acontece com o lago?	A2: o lago fica sujo, com sujeira fica feio.
P: O homem joga sujeira. O esgoto (faz a datilologia) O que acontece com o lago.	A2: Joga sujeira e o lago fica cheio de sujeira. E o homem vai embora correndo.
P: O lago, ele tem peixe e também tem alga. (aponta para as entidades), mas em pouca quantidade.	A2 : Por isso que joga sujeira no lago e vira isso (alga)?
P: Isso. O lago tem peixe e tem a alga. Muita sujeira alga come. O que acontece?	A2: Quando joga a sujeira no lago o peixe irá querer comer e vai morrer.
	A3: Acabou a alga.
P: Então, muita alga acaba com o O2.	A2: Acaba, morre, não vai ter o peixe.
P: Quem precisa de O2 para viver? Você lembra? O peixe.	A3: O peixe?
	A2: Precisa do ar limpo.
P: Eu, você o peixe precisamos do ar, do oxigênio, do ar limpo.	A2: Precisa cuidar.
P: O peixe precisa do oxigênio?	A2: Precisa.
	A3: Não (mudou de ideia ao ver a resposta do colega)
P: Isso, peixe precisa de O2. (aponta para o cenário e para as entidades). Esse é o peixe e esse é o O2 (faz a datilologia de oxigênio).	
P: Verdade?	A2 e A3 concordam. A4 fica em duvida.
P: Entendeu (aponta para A4)	A4: Lembrar sim.
	A3: Ela entende mais ou menos.
P: O lago tem peixe e o que mais? (guia os alunos pelos elementos do cenário).	Alunos repetem os animais que um lago tem.
P: (aponta para a entidade alga e faz a datilologia)	A2 e A3: Tem alga.
P: O lago tem peixe e tem a alga.	
P: O homem (aponta para a entidade) o que ele faz?	A3: Joga lixo.
	A2: O homem joga sujeira.
P: Onde?	A2: no rio, lago.
P:O que acontece. Preste atenção. Muito lixo. O que acontece com a alga?	A3: O peixe come.
	A3: mata o peixe.
P: (aponta para alga)	A3: Não enxergo. Está ruim de ver.

Pesquisador leva o computador para perto deles para que possam observar melhor o cenário.

P: Está vendo? Para cima muito e para baixo pouco (aponta o espaço quantitativo). Muito lixo, o que acontece com a alga?	A2: Na agua.
P: Muito ou pouco?	A3: pouco.
P: Olha aqui (aponta para o espaço quantitativo da alga em que se vê marcado a seta para cima).	A3: muito.
P: Agora o O2. É muito ou pouco.	A2 e A3: muito.
P: Então, olhem aqui. (novamente aponta para o espaço quantitativo, agora do oxigênio, que está para baixo).	A2: baixo, pouco.
P: isso. Pouco O2. Peixe então?	A2: Pouco também.
P: Olha aqui. O2 pouco peixe? (pergunta para aluno 3)	A3 confusa. A2 tenta ajudar mostrando o espaço quantitativo apontando para a seta para baixo. Aluno 4 só observa.
	A2: Tem pouco!
P:Peixe muito ou pouco (agora se dirige ao aluno 4)	A3 pergunta e tenta ajudar. A4 fica em dúvida depois responde pouco.
P: (volta e se dirige ao aluno 4). Homem joga lixo no lago. Muito lixo, o que acontece com o lago?	A2: muito, muito lixo. Sujeira no lago.
P: Quem come a sujeira (aponta para a entidade).	A2 e A3: a alga.
P: Lixo está ligado a alga. Alga come lixo. Muito lixo, muito sujo e a alga?	A2: muita alga. A3: pouco.
pesquisador explica que peixe precisa de oxigênio que no entendimento dos alunos é ar limpo. “Quando o ar limpo (O2) acaba, o peixe morre. Se você tira o ar o peixe morre.”	
	Alunos compreendem melhor.
P: Quem come o O2? (aponta para a entidade alga)	A3: A alga.
P: Muito lixo, o que acontece com a alga (aponta para o cenário)	A3: Alga come.
	A2: Muita alga.
P: Muita alga, O2? (se dirige ao cenário e a entidade O2)	A2 e A3: pouco.
P: Pouco O2, o que acontece com o peixe?	A2: morreu.
	A3: pouco.
P: (dirige-se a aluno 4) O2 está pouco e o que acontece com o peixe?	A4 se inclina e observa a entidade e o espaço quantitativo com a seta para baixo. Faz sinal de que conhece, demora para responder e diz pouco..

	A3 olha o cenário e a seta é responde que tem pouco peixe.
Pesquisador simula o cenário agora com a seta para baixo no lixo, indicando que há pouco.	
P: Pouco lixo alga então? (aponta para a seta para baixo)	A4: Pouco.
P: Isso.	A3: Pouco.
P: Alga pouco O2 então?	A2 e A3: muito.
P: (dirige-se a aluno 4 mostrando as setas ligadas ao O2.)	A4: muito.
P: O2 pouco peixe então? (Aponta para a seta ligada ao peixe)	A2 e A3: muito.
Pesquisador pergunta em ordem contrária o que está acontecendo no cenário.	
P: Peixe muito, agora O2 o que?	Todos respondem muito.
P:O2 muito, alga então?	Todos respondem pouco.
P: Alga pouco e lixo?	A4 e A3 respondem pouco, aluno 3 somente observa.

Poluição do Ar

O pesquisador começa a aula com os slides sobre o tema em que está disposto duas imagens; a primeira apresenta uma fábrica emitindo fumaça e a segunda uma mulher assoando o nariz inferindo que está doente. O intuído era, como na aula anterior, relembrar o tema e demonstrar o conhecimento prévio do aluno.

Logo após o cenário de poluição do foi mostrado no software *DynaLearn*. Nele se via inicialmente a mesma configuração do sistema anterior, as entidades natureza ligadas ao homem, porém duas outras entidades foram inseridas; o ar e a fábrica, sendo que cada um apresenta a respectiva quantidade, doença, ar limpo e poluição (aqui denominado como ar sujo). Visto a dificuldade dos alunos de compreenderem palavras muito complexas, fora do seu cotidiano, a entidade atmosfera foi trocado por ar e a entidade doença respiratória por doença.

Pesquisador: Lembra da aula anterior? Do lixo, do esgoto.	A4: Lixo, esgoto, lembrar sim.
P: Isso. Hoje vamos mudar, vamos ver outra coisa. Então esquece alga.	A2: Lembro do lixo, do peixe, da alga.
P: O que vocês veem aqui (aponta para a figura da fábrica)	A3: Fumaça. Fábrica
	A2: Fumaça, deixa tudo sujo.
P: Isso. Aqui é fumaça (faz a datilologia)	A4: Fábrica, pessoa joga lixo.

P: Isso, lixo e pessoa. Então, quem faz a fábrica, trabalha?	A4: Lixo.
P: A fábrica faz o que?	A4: Ar sujo.
P: Quem faz a fábrica?	A3: O homem.
P: Isso. E o que faz a fumaça.	A2: O homem trabalha na fábrica.
	A3: Cheiro ruim.
P: Essa pessoa (aponta para a imagem de uma mulher assoando o nariz)	A2: Tampa o nariz para não entrar o ar sujo.
	A3: O cheiro.
P: Muita fumaça, faz o que para a gente?	
	A3: Faz mal
P: A pessoa fica? Doente!	A3 e A4: Doente.
P: O que é isso? (aponta para a fumaça). É o ar sujo.	A3: Faz mal. As pessoas não aguentam o cheiro.
P:Ar sujo faz o que? (Pergunta diretamente para o aluno 4).	Aluno 4 não responde.
Professora interrompe e diz que já trabalhou isso com eles. Lembrando que a fábrica produz o ar sujo e as pessoas precisam viver com máscaras e adoecem. Perguntando diretamente para o aluno 4 indaga o que deve acontecer as pessoas que inspiram o ar sujo, se ficam mal ou bem. O Aluno 4 não responde e a professora diz que ela regrediu muito. Antes falava, respondia mas hoje já não faz mais. O pesquisador então da continuidade a aula.	
P: Então, a fábrica faz o ar sujo. O que o ar sujo faz com a pessoa?	
	A3: Ela fica doente e passa para outra.
	A2: Fica mal.
P: O que acontece com a pessoa? Ela fica saudável? (Pergunta diretamente para o aluno 4)	
	A4 não responde, mesmo sendo ajudado pelo aluno 2.
	A3: A pessoa fica mal, fica doente.
P: Voltando, quem trabalha na fábrica?	
	A3: O homem.
	A2 concorda.
Pesquisador muda para a o programa com o cenário de poluição do ar. De maneira a melhorar a visualização dos alunos no slide, de acordo com a reclamação anterior, o pesquisador usa uma ferramenta do computador chamada lupa que dá zoom e destaca as partes direcionadas da tela do computador.	
P: Eu falei do homem, da fábrica do ar sujo. Agora vamos ver aqui! Você lembra da aula passada? Lembra da natureza? (Pergunta diretamente para o aluno 2)	
	A2 concorda
P: A natureza, o que ela tem? O homem certo. (Aponta para o cenário). A natureza também tem o ar. O ar é limpo ou é sujo?	
	A2: É limpo.
P: Isso. O homem vive onde? Na natureza, não é?	
	A4: Não.
P: Não mora na natureza? (Aponta para as arvores ao lado de fora). Onde vocês moram?	

	A3 diz o bairro em que mora e A4 diz que mora longe.
P: Olha tudo em volta tem natureza. Tem arvore em todos os lugares. (Aponta para o lado de fora.)	
	A4: Tem muitas pessoas.
P: Isso, tem muitas pessoas tem muitas arvores. Todo mundo mora na natureza. Por que? Porque tem arvores e pessoas juntas. Então o homem mora na natureza (mostra a ligação entre natureza e homem). E a natureza tem o que também? O ar limpo (mostra a ligação entre os dois).	
P: Agora, o homem onde ele trabalha?	
	A3: Na fábrica.
P: Isso. A fábrica, o que ela faz?	Alunos não respondem.
Professora interfere novamente para explicar o que a fábrica faz. Que ela libera o ar sujo.	
	A3 concorda repetindo o que a professora fala (ar sujo que sai da fábrica)
P: Então, a fábrica o que ela faz? O ar sujo, poluição (aponta para a ligação entre a fábrica e a poluição).	
P: A natureza tem o que? (Volta para o cenário e aponta a ligação entre natureza e homem)	

	A2: Tem o homem.
	A3: O homem.
P: Na natureza tem mais o que?	
	A3: Ar sujo?
P: A natureza tem o ar sujo? Em toda a natureza?	
	A3: Não. Ar limpo também.
P: Então, o homem trabalha na fábrica e a fábrica faz o ar sujo que é igual poluição.	
	A4: Fábrica e pessoa jogam sujeira.
P: Ar sujo faz o que com o homem?	

	A2: Deixa doente, com doença.
P: Isso. Agora, se tem muito ar sujo, poluição o que acontece com o ar limpo? (aponta para o espaço quantitativo da poluição e do ar limpo)	A3: aumenta?
P: Olha bem. Muito ar sujo, muita poluição. O ar limpo fica como?	A2: diminui.
P: Isso	

Após os alunos visualizarem o cenário e as ligações das entidades entre si o pesquisador coloca o programa para simular com o a seta para cima no espaço quantitativo de poluição.

P: Olha aqui. Muito ar sujo, muita poluição. (mostra a seta para cima em poluição). O que acontece com o ar limpo (mostra a seta para baixo)	A3: Pouco.
P: O que acontece com o ar limpo? (pergunta diretamente para o aluno 2)	A2: Tem pouco ar limpo.
	A4: Muito ar sujo e pouco ar limpo.
P: Isso. Homem trabalha na fábrica. Muita poluição, ar sujo, pouco ar limpo. E a pessoa? (a aponta para a doença).	A3: ar limpo pouco.
P: Isso, ar limpo pouco. Homem respira ar sujo, muito ar sujo. O que acontece? (aponta para a ligação entre homem e a doença).	A2: Homem doente.
P: Então muita poluição, pouco ar limpo. Homem fica como?	A3: Homem fica doente.
	A2: Doente.
P: Então pouco ar limpo, doença? (aponta para o espeço quantitativo da doença)	A2 e A3: muito.
P: Pouco ar limpo, e a doença, pouco ou muito? (pergunta diretamente para aluno 4)	A4: pouco?
P: doença pouco? (aponta para a seta no espaço quantitativo da doença)	A4: Muito.

Os alunos são conduzidos a fazer o questionário.

Poluição do Solo

A aula transcorreu no contraturno em uma segunda-feira e os alunos estavam acompanhados de da professora interprete-tradutora de LIBRAS.

O pesquisador iniciou a aula com os slides sobre o tema em que está disposto duas imagens; a primeira apresenta pneus amontoados e jogados e a segunda apresenta uma charge em que um mosquito sai pousa nos pneus e uma mãe e filho o observa assuntados. O intuído era, como na aula anterior, relembrar o tema e demonstrar o conhecimento prévio do aluno.

Logo após o cenário de poluição do foi mostrado no software *DynaLearn*. Nele se via inicialmente a mesma configuração do sistema anterior, as entidades natureza ligadas ao homem, porém as outras entidades deram lugar a mosquito. Dessa vez o homem está ligado a quantidades lixo e dengue e mosquito a número de mosquitos. A aula seguiu da seguinte forma.

O pesquisador mostra o slide com as imagens de pneus amontoados e de uma charge em que um mosquito da dengue surge em cima dos pneus.

Pesquisador: Olhem aqui, o que vocês estão vendo? (pesquisador aponta para o slide)	
	Aluno 3: Tem pneu, muita sujeira
	Aluno 4: Tem pneu.
P: Isso, tem sujeira de novo, lixo.	
P: Esse aqui? (Aponta para o pneu). Tem muito pneu.	
	A4: Muito lixo, pneu.
P: E o que acontece?	
	A3: Vem a água.
P: Isso, aí vem a chuva.	
	A4: O caminhão e o carro passaram e jogaram o lixo e o pneu. Depois deu problema.
	A2: Aí vem a dengue.
P: Nasce o mosquito e?	
	A3: Nasce do ovo.
	A4: Do ovo.
P: Nasce o mosquito e tem muita?	
	A3: Dengue.
P: E o que acontece com a pessoa ela fica como?	
	A3: Fica doente.
P: Muito lixo, muito mosquito então muita?	
	A3: Dengue.
	A4: Problema.

Após os alunos compreenderem os elementos dispostos nas figuras o pesquisador coloca o programa com o modelo de Poluição do Solo.

P: Agora. Lembra? Natureza. Quem a natureza tem?	
	A2: Tem o homem.
P: E a natureza tem?	
	A2: Mosquito.
	A4: Tem o mosquito.
P: E o mosquito faz o que com a pessoa:	
	A2: Deixa doente.
P: Ele pica e causa o que?	
	A3: Dengue.
	A2: Doença.
P: Quando eu tenho muito mosquito, o eu tenho?	

	A3: Muito doença.
P: O homem faz a lixo. Muito lixo (mostra a quantidade lixo).	
P: Muito lixo, muito pneu, faz o que?	
	A2: Ele esconde na água.
	A3: Ele fica na água.
P: E o mosquito, ele fica pouco ou muito?	
	A2: Fica muito.
	A3: Muito.
P: Muito mosquito e a dengue? (Mostra a quantidade)	
	A2 e A3: Muito.

O Pesquisador simula o cenário.

P: Agora, vamos ver aqui (Aponta para o cenário).	
P: Muito lixo (Aponta para o espaço quantitativo). Mosquito e dengue (mostra as respectivas quantidades).	
P: Olhem aqui! O que aconteceu?	
	A2: Tem muito mosquito.
	A3: Mosquito tem muito e a dengue também.
	A2: Tudo muito.
P: Muito lixo. O que acontece? (Pergunta diretamente para aluno 4).	A4: Aumenta.
Aluno 2 tenta ajudar o Aluno 4 dizendo para prestar atenção no modelo que está no computador.	
	A3: Muito pneu, aí vem a água e vai crescendo o mosquito.
P: Muito lixo e isso o que significa? (aponta para o espaço quantitativo de dengue)	
	A2: Muito
P: Muito o que?	
	A2: Mosquito.
P: E? (aponta para a quantidade dengue)	
	A2: muita dengue.

Pesquisador muda o espaço quantitativo do lixo para pouco.

P: Olha e agora? Pouco lixo e mosquito?	
	A2: pouco dengue.
	A3: Mosquito vai morrer.

P: Pouco lixo e o mosquito? (Simula o modelo)	
	A2: Bastante (olha para o espaço quantitativo), pouco mosquito.
P: Por que?	
	A2: Porque o lixo está pouco e o mosquito vai ficar pouco também.
P: E o mosquito (Pergunta diretamente para o Aluno 4). Pouco ou muito?	
	A4: Muito mosquito.
P: Muito mosquito? Olha aqui (aponta para o espaço quantitativo de mosquito).	
	A4: Pouco.
P: Vamos olhar aqui. (Aponta para o espaço quantitativo). O lixo está pouco ou muito.	
	A3: Está pouco.
P: E a dengue, está pouco ou muito? (Mostra o espaço quantitativo).	
	A2: Pouco
	A3: pouco
P: A dengue está pouco ou muito? (Pergunta para Aluno 4). Olha aqui (No espaço quantitativo)	
	A4: Pouco lixo.
P: E a dengue?	
	A4: Pouco.
P: O lixo está como?	
Aluno 4 fica confuso com o espaço quantitativo, dessa forma, o pesquisador mostra uma legenda feita na lousa explicando o que é cada seta do espaço quantitativo. Professora interfere e explica as setas exemplificando com o que está sendo estudado. Quando fala de muito aponta para a seta de cima e quando fala de pouco aponta a seta para baixo.	
	Aluno 2 tenta ajudar e demonstra que entende o processo.
	Aluno 4 repete o que a professora faz e diz que entende a explicação.
P: Olha aqui (aponta para o espaço quantitativo de lixo)	
	A4: pouco.
P: Então presta atenção. Pouco lixo e mosquito?	
	A4: pouco também.

Após a simulação aos alunos foi entregue os questionários pertinentes ao conteúdo ministrado.

ANEXO A- DECLARAÇÃO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena - EEL

USP Pós Graduação

DECLARAÇÃO

Declara-se para os devidos fins que **Marco Aurélio Tupinambá Viana Filho**, RG. 43.742.171-5 SSP/SP é aluno regular junto ao Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências da Escola de Engenharia de Lorena – EEL/USP, e realizará o Projeto de Pesquisa "Ensino de Ciências para alunos surdos: proposta de aplicação de Modelo Qualitativo baseado em Raciocínio Qualitativo para alunos do ensino fundamental I".

Lorena 04 de setembro de 2015.

Prof. Dr. Estaner Claro Romão
Coordenador do PPGPE

E.M.E.I.E.F. "Prof. José Benedito Avelino Galhardo" — R. José da Carli, 30 — Fone: 3122-4200

Ciente:

Orientador

Maria Auxiliadora R. F. Gonçalves
RG. 12.418.382-7
Secretária Municipal de Educação

Escola de Engenharia de Lorena – EEL/USP
Campus II / DEMAR / PPGPE
Estrada Municipal do Campinho, s./n.º - Bairro do Campinho
CEP: 12.602-810 – Lorena/SP
(12) 3159-9904

EEL USP PPGPE