

**CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E A ABORDAGEM DE POLUENTES  
ATMOSFÉRICOS POR MEIO DE UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA:  
VIVÊNCIAS DE UMA SALA DE AULA  
(Environmental awareness and the approach of air pollutants through a  
Didactic Intervention: experiences of a classroom)**

**Ana Carla Dias Regis** [aninhacarladias@hotmail.com]  
**Maria Elvira do Rêgo Barros Bello** [merbbello@uesc.br]  
Depto de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Universidade Estadual de Santa Cruz  
Rodovia Ilhéus-Itabuna km 16, 45662-900, Ilhéus, BA

**Resumo**

O presente estudo foi desenvolvido com o propósito de tentar ir além de alguns limites impostos pela didática convencional, com a qual a maioria das escolas está acostumada a trabalhar. Por meio de uma intervenção didática, norteada por uma abordagem CTS, buscou-se envolver, tanto o conhecimento científico, quanto o conhecimento popular com o qual o aluno tem contato em seu cotidiano, e com isso promover a contextualização do estudado em sala e do vivido diariamente pela classe, além de desenvolver habilidades, como pensamento crítico e tomada de decisão, e conscientizá-los dos problemas ambientais que vêm ocorrendo, principalmente os ligados aos poluentes atmosféricos. Para isso, questionários com questões subjetivas foram aplicados, buscando avaliar as concepções prévias dos alunos e a evolução desse conhecimento ao longo da intervenção. Uma oficina foi realizada ao final do trabalho e permitiu avaliar a melhora dos alunos envolvidos no estudo. Para a análise das respostas dos alunos utilizou-se uma metodologia empregada para classificar as respostas em categorias. Os resultados alcançados indicaram que a abordagem adotada pode ser considerada uma boa opção para desenvolver habilidades nos alunos, despertar uma consciência ambiental e ainda, facilitar o aprendizado na disciplina química.

**Palavras-chave:** Poluentes atmosféricos; abordagem CTS; tomada de decisão.

**Abstract**

This study was developed to overcome some limitations imposed by conventional teaching with which the majority of schools are used to work. Through a didactic intervention, guided by a CTS approach, it was sought to involve both scientific knowledge and popular knowledge that the students have contact in their daily life and, thus, promote the contextualization of what was studied and experienced at class, besides developing skills such as critical thinking and decision making, making them aware of the ongoing environmental problems, especially those related to air pollutants. For that, questionnaires with subjective questions were applied, seeking to assess the students' prior conceptions and the development of knowledge during the intervention. A workshop was held at the end of the experiment and it allowed to evaluate the improvement of students involved in the study. For the analysis of the students' responses a methodology was used to classify the answers in groups. The results indicated that the approach adopted could be considered a good option for developing students' skills by promoting an environmental awareness and facilitating the learning of Chemistry.

**Keywords:** air pollutants; CTS approach; critical thinking.

**Introdução**

Em todo o mundo, os professores de ciências e pesquisadores da área educacional estão direcionando suas pesquisas para um modelo de investigação que privilegia uma abordagem qualitativa das experiências em sala, em um propósito de modernizar a educação (Hurd, 1990 apud

Schnetzler & Santos, 2003). Essa tendência reflete a preocupação que surge com relação ao ensino de ciências, que ocorre, até então, de forma tradicional e conservadora, onde o aluno simplesmente decora conceitos sem ao final saber realmente o que significam e qual a sua importância em seu dia a dia e para o mundo de maneira geral.

É ainda perceptível a não contextualização dos conteúdos escolares com problemas atuais enfrentados pelos alunos, fazendo assim com que estes não atentem para questões de seu cotidiano e o quanto elas estão relacionadas com o ensino em sala de aula.

Em relação ao comentado acima, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) propõem que os estudantes de ensino médio sejam estimulados a estudarem e aprenderem continuamente. Dessa forma, o foco deixa de ser o da memorização de conteúdos, os quais são facilmente conhecidos através da tecnologia existente, para uma formação que prime pela ética e pelo desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual (Brasil, 1999a). Nesse contexto, os conteúdos tratados nesse nível de escolarização poderiam surgir a partir de vivências próximas à realidade do educando, da escola e da comunidade em que está inserido, auxiliando o aluno a refletir, julgar e intervir de maneira prática neste ambiente. Essa aproximação não deve delimitar o alcance do conhecimento tratado, mas dar significado ao aprendizado, desde seu início, garantindo um diálogo efetivo (Brasil, 2002).

Atualmente, a melhoria da formação de professores de Química visando avanços significativos para seus alunos, e reafirmando a importância dos contextos escolares para a formação de cidadãos, é de fundamental importância. Afinal, é nesta instituição chamada escola que, por meio da mediação do educador, os alunos poderão ter “acesso a” e “se apropriar de” conhecimentos historicamente construídos pela humanidade - conhecimentos científicos/químicos - que lhes permitem outras leituras críticas do mundo no qual estão inseridos (Schnetzler, 2004). Assim sendo,

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos - uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza - nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo (Driver et al., 1999, p. 36).

Dessa forma, a promoção da construção do conhecimento em sala de aula pode ser vista, essencialmente, como um processo no qual os significados e a linguagem do professor vão sendo, paulatinamente, apropriados pelos alunos na construção de um conhecimento compartilhado, no qual a exposição dos educandos à situações de conflito levaria à superação das suas concepções prévias e a construção de conceitos cientificamente mais aceitos.

Uma abordagem de ensino apontada pela literatura educacional com grande potencial para o alcance dos objetivos pretendidos para a educação é a chamada abordagem CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Ao contrário dos cursos convencionais de ciências, que dão bastante ênfase à transmissão de conceitos científicos, os cursos que primam pela abordagem CTS se organizam segundo uma temática interdisciplinar para o ensino de ciências. Tal diferença pode ser sintetizada pela caracterização apresentada por Barrentine (1986 apud Santos & Schnetzler, 1997), a respeito do ensino *através* da ciência, e do ensino *para* ciência. O ensino *através* da ciência, no qual se enquadra o ensino de CTS, refere-se à preparação de cidadãos a partir do conhecimento mais amplo da ciência e de suas implicações para com a vida do indivíduo. Já o ensino *para* a ciência, refere-se

à formação do especialista em ciência, por meio do domínio do conhecimento científico geral, necessário para a sua atuação profissional.

Face ao agravamento dos problemas ambientais e diante de discussões que questionavam cada vez mais a natureza do conhecimento científico e qual o seu papel na sociedade, viu-se surgir no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Bazzo, 2001 apud Santos, 2007). Esse movimento levou à proposição, a partir da década de 1970, de novos currículos no ensino de ciências que buscaram incorporar conteúdos de CTS, considerando que essas propostas incorporam uma perspectiva de reflexão sobre conseqüências ambientais (Angotti & Auth, 2001). Posteriormente, elas também passaram a ser denominadas Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) quando se incluíram, obrigatoriamente, na cadeia das inter-relações CTS as implicações ambientais. Em tese, pode-se dizer que, pela sua origem, todo movimento CTS incorpora a vertente ambiental à tríade. Ocorre que discussões sobre CTS podem tomar um rumo em que, não necessariamente, questões ambientais sejam consideradas ou priorizadas e, nesse sentido, o movimento CTSA vem resgatar o papel da Educação Ambiental (EA) do movimento inicial de CTS, e é referido quando na análise desenvolvida se desejar enfatizar a perspectiva de EA (Santos, 2007).

### **Tomada de Decisão e a Formação de Cidadãos**

Em termos práticos, a abordagem CTS pode ser estruturada de diferentes maneiras, de acordo com o entendimento e as necessidades do professor. Apesar das várias classificações, é preciso esclarecer que só são denominados cursos CTS aqueles cujo conteúdo inter-relacione os diferentes componentes relativo à ciência, tecnologia e sociedade, e que visem à formação do cidadão. O objetivo mais frequentemente apontado por inúmeros pesquisadores, para os cursos com preocupação central na formação da cidadania, refere-se ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão (Solomon & Aikenhead, 1994 apud Santos & Schnetzler, 1997). Essa se relaciona à solução de problemas, da vida real, que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que significa preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática.

Visto que questões ambientais são, cada vez mais, preocupação e prioridade de todos os governos, e que a poluição atmosférica tem merecido atenção, é de fundamental importância que a população, de maneira geral, esteja a par de tudo que envolve essas questões. A utilização da problemática ambiental em uma abordagem CTS torna-se bastante cabível nesse sentido, pois envolve uma realidade próxima a qualquer educando.

Conforme dito anteriormente, a abordagem CTS quando é feita centrada nessa temática, revive o papel inicial da EA no movimento CTS, possibilitando as relações ciência- tecnologia-sociedade e a formação de cidadãos. O processo de ensino aprendizagem que envolve a Educação Ambiental é um direito do cidadão envolvendo um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente de forma articulada em todos os níveis do processo educativo (Brasil, 1999).

A educação ambiental pode ser vislumbrada como uma forma abrangente de educação e que deveria ser direito de todos os cidadãos. Acredita-se que através de um processo pedagógico participativo permanente, deve-se inculir no educando uma consciência crítica sobre a problemática ambiental, compreendendo-se como crítica a capacidade que este educando deve desenvolver para entender a gênese e a evolução dos problemas ambientais com que nos deparamos (Ambiente Brasil, 2008). E observando a elevada importância deste tema na abordagem CTS, é perceptível a validade do uso desse sistema para a realização de uma Intervenção Didática.

## Experiências em Ensino de Ciências - V6(1), pp. 95-111, 2011

Nesse sentido, o referido trabalho foi desenvolvido com o objetivo de tentar superar alguns dos limites impostos pela didática convencional, através de uma intervenção didática norteada por idéias da abordagem CTS, focando a temática ambiental, onde o desenvolvimento de conhecimento científico, de atitudes e habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental estão intimamente ligados. Partindo da abordagem ambiental, das questões discutidas sobre poluição e de suas conseqüências, foram trabalhados alguns conceitos químicos intimamente ligados a esses temas, e foi proposto o desenvolvimento, nos alunos, de habilidades como: pensamento crítico, tomada de decisão, e cons

1. *Dê exemplos próximos de você de poluição atmosférica e proponha algumas soluções para este problema.*
2. *O que é atmosfera e como ela está estruturada?*
3. *O que compõe a camada de ozônio que a faz ser um escudo protetor da terra?*
4. *Represente com desenhos o ar de uma camada da atmosfera.*

Quadro 2 – Questões do teste 2.

• **3ª etapa:** começou-se a mostrar para os alunos a relação entre a poluição, os átomos e as moléculas. Modelos atômicos foram trabalhados a partir das opiniões dos alunos e discussões em sala. Nessa etapa do trabalho algumas aulas foram expositivas, o professor na maior parte do tempo expôs o conteúdo, utilizando o quadro para fazer anotações. No entanto, é importante ressaltar que as dúvidas dos alunos foram sempre utilizadas como base para a abordagem da professora, e que os modelos atômicos mais conhecidos não foram impostos aos alunos como verdades imutáveis de sua época, e sim como a culminação de idéias de alguns estudiosos, e susceptíveis a mudanças. A professora, além de trabalhar com os alunos os conceitos de átomos, moléculas e os modelos atômicos mais conhecidos, fez uma abordagem não muito detalhada sobre pressão atmosférica e as reações químicas, para que os alunos pudessem perceber um pouco como acontecem algumas reações na atmosfera, entre elas as de destruição e formação do ozônio. Ao final, eles construíram um novo modelo de atmosfera, levando agora em consideração que o ar e os poluentes nela existente são formados por átomos e moléculas, como eles puderam perceber. Estes modelos foram apresentados posteriormente em uma oficina.

• **4ª etapa:** nesta última etapa foi realizada uma oficina, onde eles puderam expor a evolução de seus modelos atmosféricos (desenhos feitos em sala), do conhecimento químico e das questões sobre poluição. A oficina foi realizada pelos alunos da turma na qual o trabalho foi desenvolvido, e, apresentada para outro grupo de alunos também do 1º ano do mesmo colégio, que não tiveram em suas aulas uma intervenção de cunho ambiental.

A interação com um modelo proposto pelo professor facilitou a percepção da evolução conceitual dos alunos. O modelo foi composto por um mural representando a atmosfera e peças coláveis representando os átomos e as moléculas, como pode ser notado na Figura 1. Nas peças coláveis haviam representações de estruturas certas e erradas, permitindo aos alunos escolher qual opção estaria correta para ser encaixada.

Os alunos resolveram também uma questão problema, onde opinaram a respeito de uma situação de poluição que estava ocorrendo em um determinado local. Pretendeu-se com isso avaliar a capacidade de tomada de decisão dos alunos frente a uma questão real envolvendo o problema da poluição atmosférica.

A questão proposta aos alunos é mostrada no quadro 3.

*Uma cidade considerada como pólo industrial e como modelo de estrutura econômica foi notícia de 1ª página no jornal mais importante do país. No entanto, o motivo pelo qual mereceu destaque não tinha haver com seu desempenho econômico, mas sim, com a quantidade assombrosa de crianças que estavam sendo internadas com problemas respiratórios. Uma pesquisa realizada na mesma cidade mostrou que os níveis de CO<sub>2</sub> estavam muito acima do normal. Sabendo disso, apresente uma provável relação entre as fábricas da cidade, os níveis de CO<sub>2</sub> e os problemas respiratórios das crianças. Apresente ainda, soluções para o problema.*

Quadro 3 – Questão problema

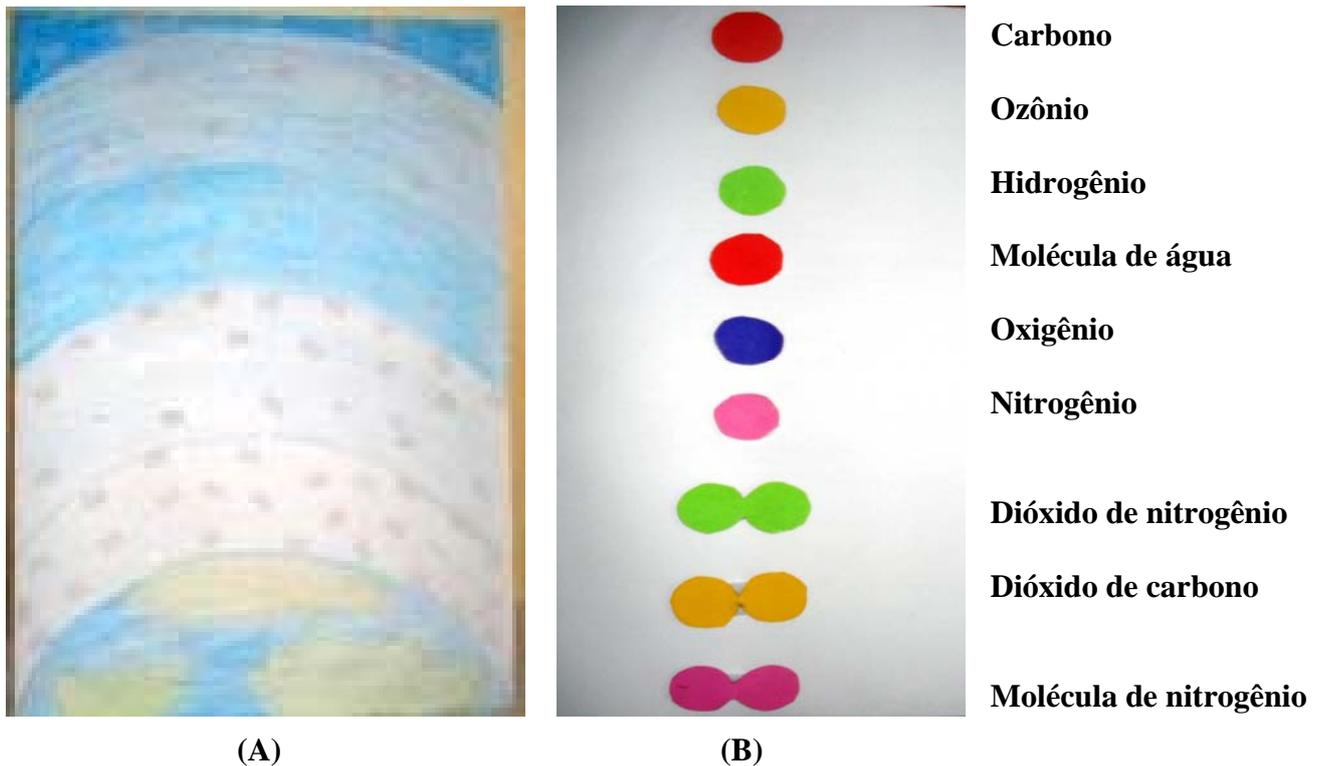


Figura 1: (A) mural representando a atmosfera e, (B) peças coláveis com a respectiva legenda (observando a existência, proposital, de estruturas corretas ou não).

Levando em consideração a variedade de respostas nas perguntas dos dois questionários aplicados, utilizou-se para a análise das questões a técnica citada no trabalho de Farrapeira et al. (2006), onde foram consideradas três categorias de respostas:

- “Satisfatórias”, para as respostas completas nas quais os alunos demonstraram ter um conhecimento amplo do assunto, de acordo com a literatura;
- “Parcialmente satisfatórias”, para aquelas nas quais os alunos demonstraram ter um conhecimento mínimo a razoável (porém incompleto) do assunto abordado;
- “Insatisfatórias”, onde os alunos demonstraram ou declararam não saber nada sobre o assunto, ou ainda, quando os mesmos deixaram-nas em branco.

## Resultados e discussão

É apresentada agora a análise dos resultados das etapas propostas pela presente pesquisa. A análise foi dividida em três partes, para facilitar a compreensão da evolução conceitual dos alunos ao longo do desenvolvimento da mesma. É válido ressaltar que, a análise dos resultados não seguiu a ordem em que as etapas foram propostas na metodologia, e sim, expostos conforme a necessidade para elaborar as devidas comparações.

### ❖ Conceções dos alunos

#### Análise das concepções prévias sobre atmosfera e poluentes, questões do pré-teste.

Para atender à necessidade de mudança do ensino de ciências, as novas propostas curriculares precisam basear sua produção em problemáticas do meio em que a escola se insere (Moraes & Mancuso, 2004 apud Gehlen et al., 2008), levando-se em consideração os aspectos relacionados à vivência dos alunos e da comunidade escolar, com o intuito de proporcionar a formação de cidadãos mais críticos.

O desenvolvimento dos conceitos cotidianos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influência uns sobre os outros, possibilitando que os estudantes atinjam novos níveis de desenvolvimento, ou seja, o desenvolvimento depende da aprendizagem na medida em que se dá por processos de internalização de conceitos, que são promovidos pela aprendizagem social, principalmente aquela planejada na escola.

Devido à importância da associação entre os conceitos científicos e o meio no qual o indivíduo está inserido, faz-se necessário o levantamento das idéias prévias dos alunos, em sala de aula, na busca de resgatar o que o aluno sabe até o momento e estruturar a abordagem de ensino a partir dessas idéias.

Segundo Driver et al. (1999), ao longo da aprendizagem, um conceito já existente, mesmo que equivocado em um contexto científico, serve de sistema explicativo e satisfatório para o estudante. Dessa forma, a aprendizagem significativa ocorre quando novos significados são adquiridos, através de um processo de interação de novas idéias com conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva. As idéias prévias adquiridas influem no aprendizado a partir de novas experiências. Essas experiências incluem leituras de textos, observação de fatos e experimentações propostas em sala.

Partindo dessas idéias, questões de um pré-teste (Quadro 1) foram aplicadas aos alunos. A análise das respostas foi realizada agrupando-as em pares, segundo a relação que elas apresentaram. E as respostas de cada par de questões investigadas correspondem aos mesmos alunos.

O primeiro par de questões (1 e 2) buscou investigar quais as concepções dos alunos sobre poluentes e poluentes atmosféricos. Quando questionados sobre Poluentes, algumas respostas foram:

**Aluno 1** *“Eu acho que é tudo o que polui, como por exemplo, os esgotos, os papéis nos rios, etc”.*

**Aluno 2** *“Poluente é tudo aquilo que polui o ar”.*

**Aluno 3** *“Poluente é tudo que agride o meio ambiente (esta poluindo)”.*

**Aluno 4** *“São substâncias que poluem o ar, entre outros locais”.*

**Aluno 5** *“Tudo aquilo que polui a Terra”.*

Quando questionados sobre Poluentes Atmosféricos:

**Aluno 1** *“Não conheço”.*

**Aluno 2** *“Não sei”.*

**Aluno 3** *“Acho que possa ser uma destruição tipo terremoto”.*

**Aluno 4** *“A fumaça. Tipo uma fábrica que produz algum tipo de combustão e libera no ar”.*

**Aluno 5** *“Os Lixões”.*

Segundo Santos & Mól (2005), poluição pode ser vista como toda atividade que prejudique a saúde, a segurança ou o bem-estar da população, crie condições adversas para as atividades sociais e econômicas, ou ainda, que cause degradação ao meio ambiente. E poluição atmosférica qualquer contaminação do ar por meio de desperdícios gasosos, líquidos, sólidos, ou por quaisquer outros produtos que podem vir (direta ou indiretamente) a ameaçar a saúde humana, animal ou vegetal, ou ainda atacar materiais, reduzir a visibilidade ou produzir odores indesejáveis.

A partir das respostas dos alunos e dos conceitos apresentados na literatura, pôde-se perceber uma familiaridade com o termo poluente, de uma forma geral, no entanto quando se trata de poluentes atmosféricos há uma confusão, na especificação do termo, provavelmente devido a não associação com a atmosfera e o ar, ou o desconhecimento mesmo.

Dentre as respostas obtidas nesta caracterização de poluentes, observou-se que 60% dos alunos responderam de forma satisfatória, 28% responderam de forma parcialmente satisfatória e apenas 12% têm uma percepção insatisfatória sobre os poluentes. Em se tratando de poluentes atmosféricos, a margem de respostas satisfatórias caiu para 24%, enquanto o número de insatisfatórias subiu para 64%.

Analisando o segundo par de questões (3 e 4), que dizem respeito à atmosfera e sua estrutura, podemos perceber através das respostas dos alunos que mesmo não tendo uma noção do que realmente seja a atmosfera, eles propõem que esta seja algo que envolva a Terra e que está dividida em camadas. Quando questionados sobre Atmosfera, algumas das respostas foram:

**Aluno 1** “É tudo aquilo que está envolvendo o ar”.

**Aluno 2** “A camada de ozônio”.

**Aluno 3** Nenhuma resposta”.

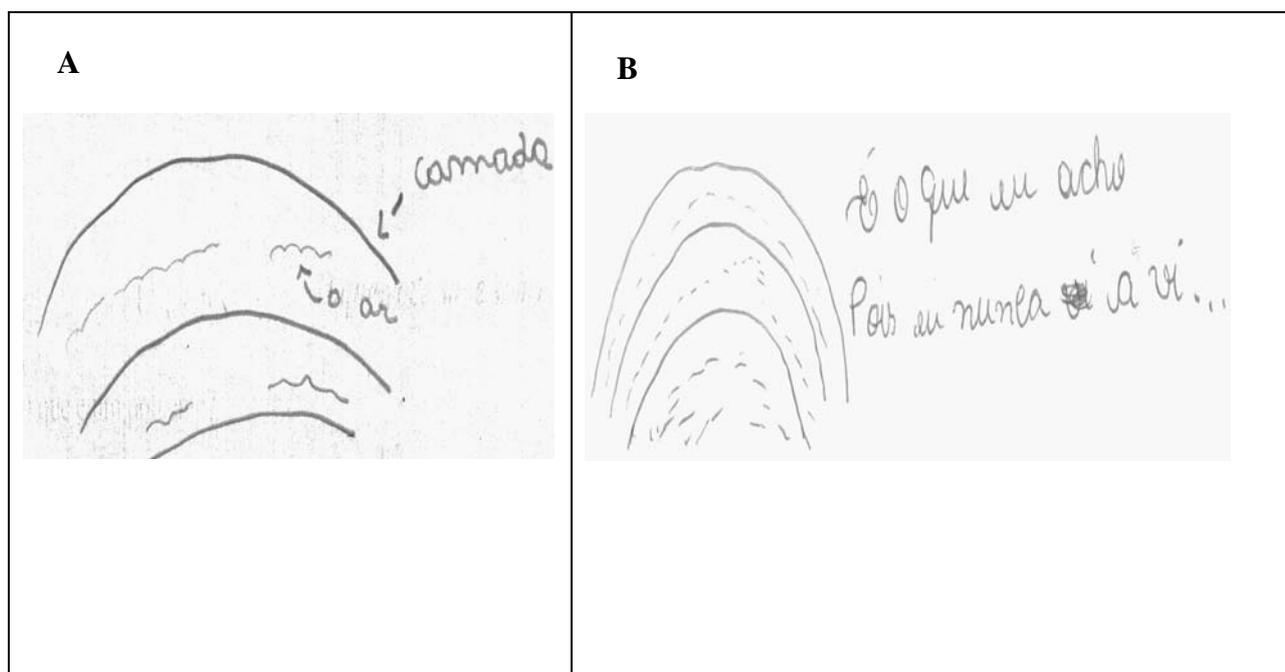
**Aluno 4** “É a camada de ar que envolve a Terra”.

**Aluno 5** “São camadas”.

Segundo Rocha et al. (2004), a camada de ar que envolve a Terra é conhecida como atmosfera (átmos = ar; esfera = esfera terrestre), ela é composta de gases e partículas em suspensão e está presa à Terra pela força da gravidade.

Partindo desse conceito de Atmosfera, as respostas obtidas puderam ser classificadas como: 16% satisfatórias, 32% parcialmente satisfatórias e 52% insatisfatórias.

Após responderem o que conheciam a respeito da atmosfera, os alunos representaram suas idéias com desenhos, os mais comuns na sala estão mostrados na Figura 2, a seguir:



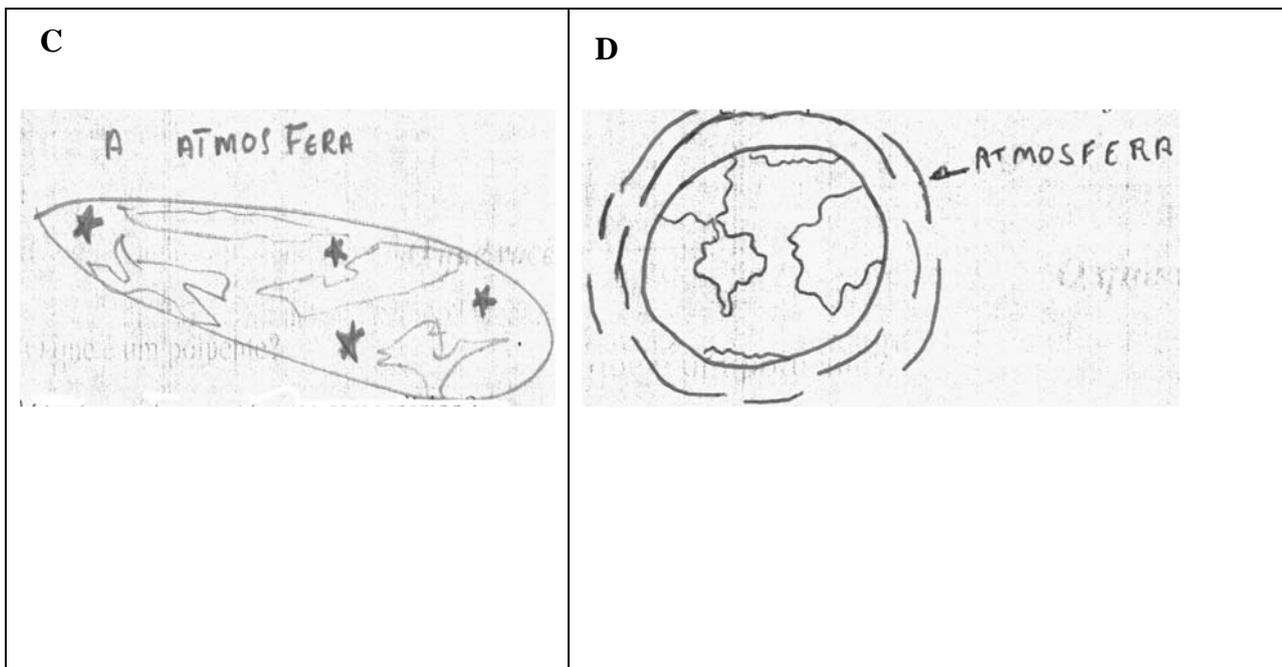


Figura 2 – Representação da atmosfera feita pelos alunos no pré-teste.

De maneira geral o que podemos notar é que os alunos, na maioria, representam a atmosfera como uma camada de ar que envolve a Terra, e justamente por não conseguirem enxergá-la, têm dificuldades em mostrar como esse ar está em volta do planeta. Para os alunos é muito difícil representar o que não conhecem ou não vêem, isso porque o processo de elaboração de conceitos na sala de aula é extremamente complexo, e envolve uma série de fatores difíceis de ter sob controle. Para os professores compreenderem melhor como os conceitos químicos são elaborados pelos alunos nesse processo, fundamentalmente social, de se apropriar do conhecimento já disponível no contexto escolar precisam ter contribuições de outras áreas do conhecimento, como a psicologia, a filosofia e a sociologia (Machado & Moura, 1995).

O terceiro par de questões (5 e 6) é referente às conseqüências da poluição, efeito estufa, e camada de ozônio e sua destruição. As respostas mais freqüentes quando questionados sobre o Efeito Estufa foram:

**Aluno 1** “O efeito estufa é o que polui o ar e que prejudica a natureza, já ouvi falar que a fumaça do fogo”.

**Aluno 2** “Já ouvi falar, mas não lembro”.

**Aluno 3** “É a poluição no ambiente, exemplo, geleiras derretendo, terremotos e tsunamis”.

**Aluno 4** “O efeito estufa é quando os raios se retém em algum lugar, no caso na Terra causando aquecimento”.

**Aluno 5** “Efeito estufa eu acho que é uma planta quando fica no vaso sem poder sair ar”.

Quando questionados sobre a Camada de Ozônio:

**Aluno 1** “A camada de ozônio é o tipo de escudo que protege a Terra”.

**Aluno 2** “Eu sei que é o buraco que existe debaixo da Terra, a função desse buraco é destruir a Terra”.

**Aluno 3** “É camada que não há mais oxigênio e a gravidade é super apurada”

**Aluno 4** “É a camada que protege a Terra dos raios ultravioleta”.

**Aluno 5** “É uma camada que protege a terra e rios”.

Analisando as respostas dos alunos para as questões 5 e 6, o que pode ser notado é que a maioria apresenta uma visão um pouco confusa e distante do conceito científico sobre efeito estufa, que segundo Mozeto (2001), refere-se a um fenômeno natural já amplamente reconhecido, e significa o aumento da temperatura da atmosfera global, e que devido à liberação excessiva de gases estufa na atmosfera, como o gás carbônico, pode estar ocorrendo de maneira exacerbada já há algum tempo.

Com relação à camada de ozônio o conceito proposto pelos alunos também difere bastante do proposto na literatura.

A camada de ozônio é uma região da atmosfera que constitui um “escudo solar natural da Terra”, uma vez que filtra os raios ultravioletas (UV) nocivos provenientes do sol antes que esses possam atingir a superfície de nosso planeta, causando danos aos seres humanos e a outras formas de vida. Qualquer redução substancial na quantidade de ozônio (O<sub>3</sub>) estratosférico pode colocar em perigo a vida na forma em que nós conhecemos. Assim, o aparecimento de um grande “buraco” na camada de ozônio sobre a Antártida representou uma crise ambiental de crucial importância (Baird, 2002).

Nessas questões, 8% dos alunos responderam de forma satisfatória, 36% parcialmente satisfatória, e 56% insatisfatória, quando se tratou do efeito estufa. Ao se tratar da camada de ozônio, as respostas foram classificadas como: 28% satisfatórias, 32% parcialmente satisfatórias e 40% insatisfatórias.

### **Análise evolutiva do conhecimento ambiental dos alunos.**

Após as discussões realizadas em sala, na etapa 2, um novo questionário (Quadro 2) foi aplicado aos alunos, a fim de acompanhar a evolução que estes apresentaram com relação aos seus conhecimentos prévios, frente às questões ambientais, aos poluentes e a atmosfera de forma geral.

Para a primeira questão, referente às fontes de poluição atmosférica, determinadas respostas foram:

*“Gases, como CO<sub>2</sub>, são expelidos principalmente pelas chaminés das indústrias, pelos escapamentos dos carros e pelas queimadas de matas e florestas (...). Algumas soluções, substituição da gasolina e óleo diesel por energia solar pra mover veículos (...).”*

*“A queimada é um dos fenômenos que prejudicam o meio ambiente deixando o oxigênio mais escasso, este tipo de poluição ocorre geralmente por ação do homem (...). Falta consciência e bom senso para perceber que na realidade sem ajuda o planeta não reagirá sozinho (...).”*

A análise das respostas com relação às fontes de poluição próximas dos alunos revela que após as discussões em sala de aula, o que antes parecia alheio a eles, com relação aos poluentes

atmosféricos, agora não o é de forma tão gritante. Eles conseguem perceber o que são poluentes atmosféricos e que estes estão mais próximos deles do que imaginavam. Essa questão foi avaliada somente de forma qualitativa, visto que as respostas não foram individuais, mas sim coletivas resultado de discussões em cada grupo formado na sala. O bom resultado das respostas pode mostrar, além da evolução conceitual, a integração entre os colegas e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, já que estes agora começam a propor soluções para os problemas ambientais existentes e começam a perceber que o homem pode e deve tomar medidas para diminuir impactos causados pela poluição, considerando-se com isso um pouco responsáveis por buscar soluções.

Para a segunda questão referente à atmosfera algumas respostas foram:

**Aluno 1** *“É uma camada de ar que envolve a Terra, tem como função proteger a Terra e está subdividida em 5 camadas”.*

**Aluno 2** *“É a camada de ar que envolve a Terra é dividida em outras camadas”.*

**Aluno 3** *“É uma camada de ar que envolve e protege a Terra contra os raios solares”.*

**Aluno 4** *“É uma camada gasosa que envolve os planetas”.*

Para a terceira questão relacionada à camada de ozônio as respostas foram:

**Aluno 1** *“É uma camada de gases que protege os seres vivos dos raios ultravioletas”.*

**Aluno 2** *“Gases que protegem a gente contra os raios ultravioleta”.*

**Aluno 3** *“É composta por ar, O<sub>3</sub> é o escudo protetor contra os raios ultra violeta”.*

**Aluno 4** *“Está situada na estratosfera e é composta de gases. Eu acredito que os raios do sol não ultrapassam a ponto de aniquilar a vida por causa dos gases (átomos)”.*

As questões 2 e 3 dizem respeito tanto aos conceitos de atmosfera, quanto sobre a camada de ozônio e sua função. Em uma comparação com os primeiros conceitos apresentados pelos alunos (classe como todo), nota-se uma evolução no entendimento, onde a porcentagem de respostas satisfatórias aumentou significativamente em ambos os casos. Com relação ao conceito de atmosfera, as respostas satisfatórias foram de 16% para 60%, e com relação ao conceito sobre a camada de ozônio, as respostas satisfatórias foram de 28% para 52%.

### ❖ Abordagem Química

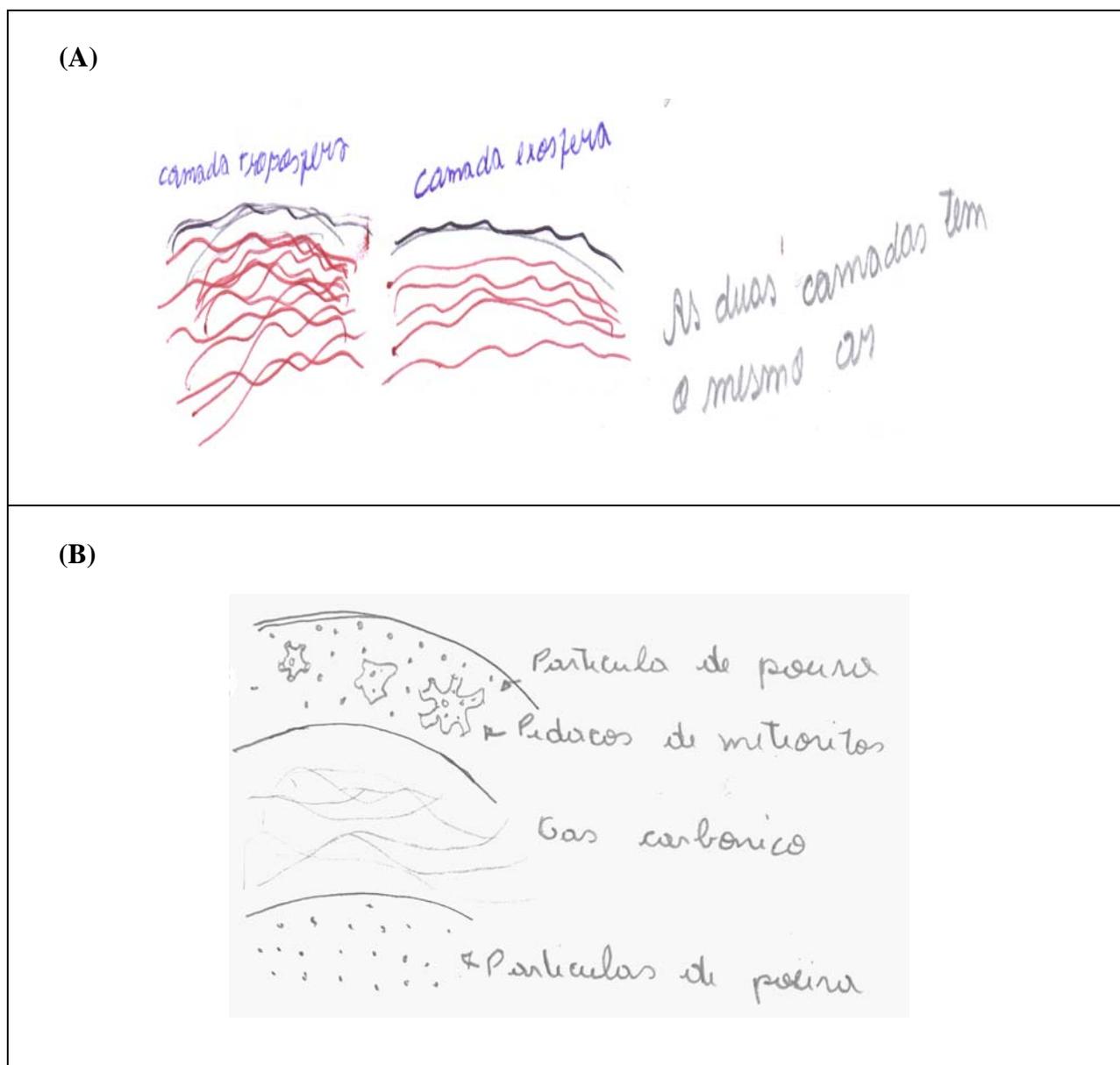
Ao longo do desenvolvimento das atividades, nas duas primeiras etapas da pesquisa, os alunos tiveram contato com conceitos que para eles ainda eram estranhos, tais como átomos que se ligam, moléculas que estão presentes na atmosfera, partículas de poeira, entre outros. Esses conceitos justamente por serem estranhos, causaram curiosidade e essa curiosidade serviu como ponte para aproximar a realidade que o aluno conhece, mesmo que pouco, com o conteúdo químico. Na etapa 3 as aulas tiveram um caráter bastante interativo, onde os conceitos químicos foram abordados partindo-se de dúvidas dos alunos.

Como ponto de partida foi perguntado aos alunos se eles sabiam de que o ar que respiram e que está presente na atmosfera é composto. As representações e abordagem, dos alunos, possibilitaram o agrupamento das opiniões em três grupos principais.

**Grupo 1:** responderam que o ar atmosférico era formado por vento, oxigênio e gases poluentes, não conseguindo fazer uma relação desse “vento” ou dos gases poluentes com a matéria, que é composta por partículas.

**Grupo 2:** disseram ser o ar composto por partículas de poeira e gás. Neste grupo podemos perceber que existe a idéia de partículas compondo a atmosfera, mas ainda não há percepção de que os gases dispersos nela são formados por estas partículas, fazendo também associação entre ar e partículas formadoras.

**Grupo 3:** conseguiu propor que o ar atmosférico é formado por átomos de alguns elementos químicos e conseguiram ainda distinguir que compostos diferentes são representados de formas diferentes. Estes apesar de propor a presença de átomos, não conseguiram ainda fazer distinção entre átomos e moléculas. As representações propostas pelos alunos podem ser observadas na Figura 3.



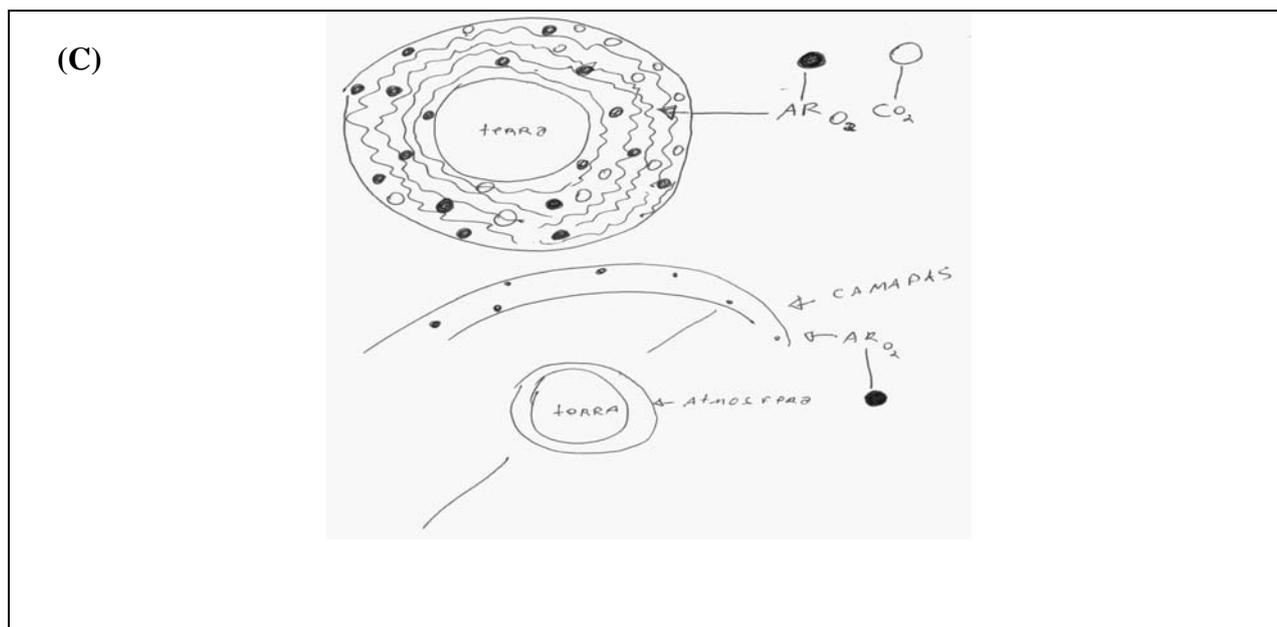


Figura 3 – Representações dos alunos para o ar da atmosfera. (A) refere-se ao grupo 1, (B) refere-se ao grupo 2, (C) refere-se ao grupo 3.

Após este questionamento, os alunos tiveram contato com os modelos atômicos por intermédio do professor, e através de discussões em sala de aula puderam perceber que o ar que respiram é matéria e, portanto, constituído de partículas formadoras também. Segundo Atkins & Jones (2001), a matéria consiste de partículas inimaginavelmente pequenas, os átomos. Além de perceberem que “até o ar” pode ser formado por partículas, os alunos descobriram que estas partículas se organizam de formas diferentes, entre si, e que dão origem às moléculas, um grupo discreto de átomos ligados em um arranjo específico (Atkins & Jones, 2001), e estas moléculas unidas é que vão determinar as características dos compostos formados. Descobriam ainda que a probabilidade de reações na atmosfera pode ser maior em camadas mais inferiores, onde a pressão atmosférica é maior e os átomos e moléculas encontram-se mais próximos.

Com o fim da etapa 3, uma comparação pôde ser feita, para mais uma vez avaliar a evolução conceitual dos alunos. A análise comparativa entre os desenhos iniciais de atmosfera (Figura 2), apresentados como resposta no primeiro questionário (Quadro 1), e os desenhos propostos na terceira etapa do projeto (Figura 3), mostram que os alunos passaram a ter uma percepção bem melhor sobre a atmosfera, sua divisão em camadas, e a composição do ar nela existente, visto que boa parte da sala representou-a com camadas e átomos.

Os alunos envolvidos na pesquisa, em sua maioria, apresentaram dificuldades com os conceitos de átomo. Por considerarem algo que não podem ver como sendo desnecessário, não faziam questão de entender o conceito, no entanto, quando o assunto foi trabalhado a partir do tema que já estavam mais familiarizados, eles puderam perceber a significação dos conceitos, e a melhora foi notória, tanto nas atividades realizadas pelo trabalho aqui analisadas, quanto nas provas das unidades. A média dos alunos aumentou significativamente entre a II e III unidades, período no qual foi aplicado o projeto. O envolvimento dos alunos nas atividades foi muito bom, salvo que 70% da turma (25 alunos, dos 35 da turma) participaram das atividades e acompanharam o processo. A turma sempre foi “difícil”, segundo relato de outros professores, e com a ajuda dessa nova abordagem conseguiu-se manter a atenção dos alunos e a colaboração dos mesmos, para o próprio aprendizado.

❖ Avaliação Evolutiva - Oficina

A oficina realizada, ao final das etapas, teve por objetivo principal avaliar de forma qualitativa a evolução conceitual dos alunos e o desenvolvimento de algumas habilidades possibilitadas pelas atividades da pesquisa, como já foi dito, desenvolvimento de pensamento crítico, tomada de decisão e consciência frente às questões ambientais relacionadas aos poluentes atmosféricos.

O trabalho realizado com o modelinho atmosférico permitiu aos alunos brincar e aprender com os colegas, pois estes puderam organizar as peças (representações de átomos e moléculas) em um mural representando a atmosfera. O encaixe das peças foi feito segundo o que tinham aprendido na disciplina ao longo desta intervenção. As representações propostas por alguns grupos encontram-se na Figura 4.

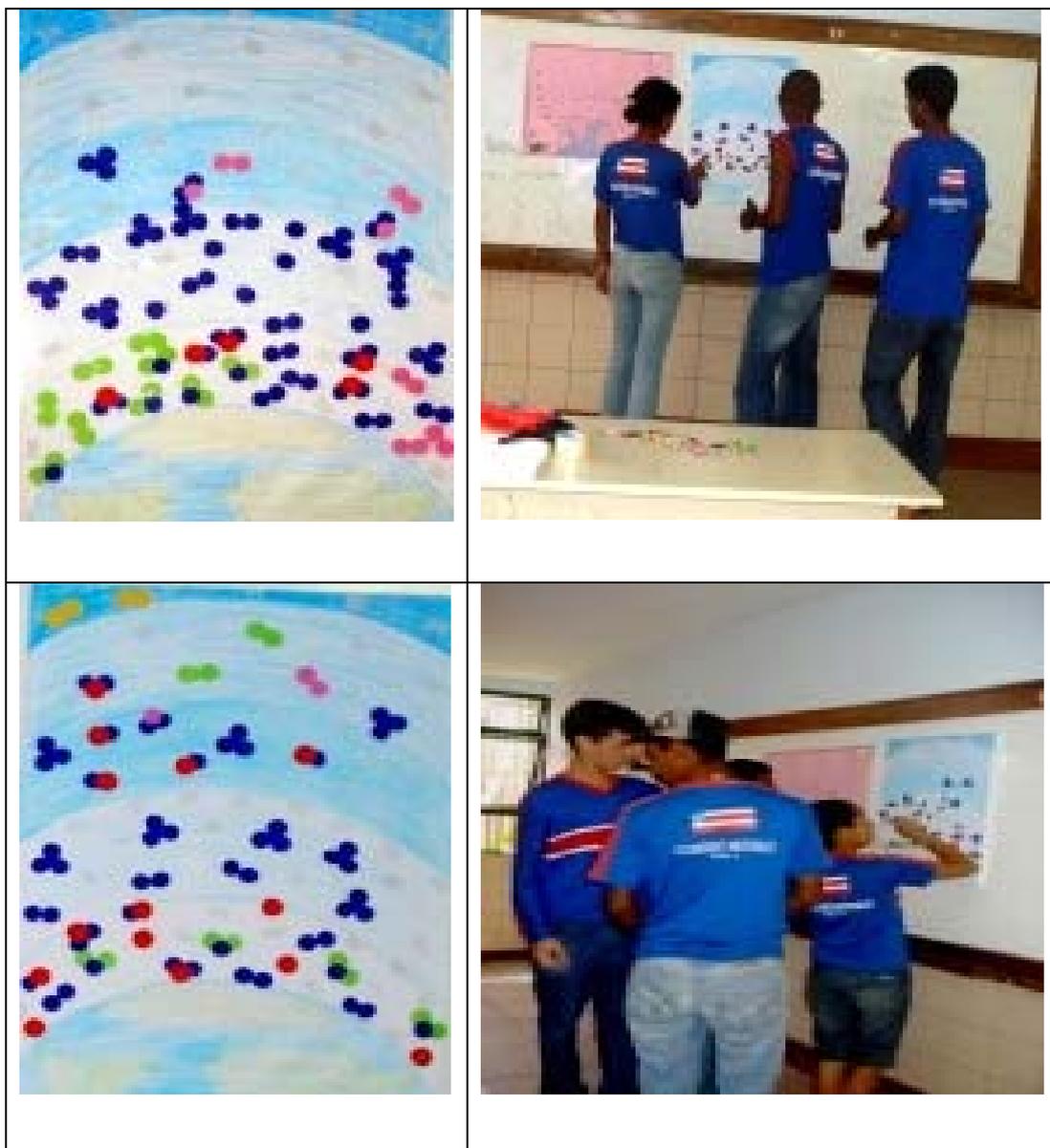


Figura 4 – Fotos da oficina. Mural com peças coláveis (mostrado na Figura 1) e alunos colando as peças.

A análise da montagem realizada pelos alunos permite perceber que a grande dificuldade apresentada no começo na diferenciação entre átomos e moléculas, foi minimizada. Podemos inferir isso de algumas formas, entre elas quando examinamos a escolha das peças que representavam ozônio. Eles tinham a opção de escolher entre três bolinhas azuis ligadas e uma única bolinha amarela para representar essa molécula, e optaram pelas três bolinhas azuis justamente pelo fato da molécula de ozônio ser formada por 3 átomos de oxigênio, que foram representados por uma bolinha azul, cada.

*“Professora a molécula tem três átomos não pode ser representada por uma bolinha só (...)”.*

*“Os átomos do ozônio são iguais não podem ser colocados com bolinha de cor diferente (...)”.*

A análise da montagem do modelo permitiu ainda entender que os alunos passaram a ter noção de que o ar nas camadas superiores é mais rarefeito e, portanto, a concentração de moléculas é bem menor à medida que temos camadas de maiores altitudes.

*“Aqui em cima tem menos bolinhas porque o ar tem menos átomos (...)”.*

*“O ar é mais rarefeito por isso tem poucas moléculas (...)”.*

E partindo da percepção de que as camadas superiores têm menor concentração de moléculas, os educandos notaram porque os problemas com a poluição afetam principalmente aos seres vivos que se encontram na camada mais inferior, pois ficando concentrados nas camadas iniciais os gases poluentes reagem, tanto para destruir a camada de ozônio, quanto causando um super aquecimento na Terra, devido a sua concentração fora do equilíbrio que favorece aos raios solares ficarem retidos por mais tempo aqui.

Com relação à questão problema proposta aos alunos (Quadro 3) algumas respostas são mostradas a seguir:

*“Sobre a saúde humana a poluição atmosférica afeta o sistema respiratório podendo provocar diversas doenças tais como a asma, bronquite, crônica, infecção nos pulmões (...). Fontes podem ser a queima de resíduos urbanos, industriais, agrícolas (...). Soluções são: medir e conhecer a concentração dos poluentes, planejar ações que promovam uma melhor qualidade do ar (...)”.*

*“Com nível grande de fábricas a poluição é constante e liberação de CO<sub>2</sub> é inevitável, essas fábricas trabalham 24h por dia e isto tende a aumentar cada dia mais a poluição e por isso as crianças têm problemas respiratórios (...). As prováveis soluções que podemos encontrar para esses problemas são: aumento da plantação de árvores que irão transformar o CO<sub>2</sub> liberado pelas indústrias em oxigênio (...)”.*

*“Os efeitos da poluição manifestam-se diretamente nos pulmões, com gravidade maior nas crianças (...). As prováveis soluções são: Instalação nas fábricas de algum filtro que detenha os poluentes para que a concentração desses gases não fique acima do nível na cidade, para diminuir a poluição causada pelos carros, não sei como, mas o BIODIESEL ajudaria de alguma forma (...)”.*

Como notado nas respostas, os alunos conseguem perceber os danos que a poluição atmosférica pode causar e não só isso, mas também o quanto a concentração elevada dos gases poluentes pode aumentar esses danos. Partindo disso, as soluções propostas por eles estão em sua maioria voltadas para medidas que consigam reduzir a quantidade de poluentes que é lançada na atmosfera, incluindo a implantação de filtros que não permitam a passagem de alguns gases, minimizando a ocorrência de reações de depleção causadas por eles.

## Considerações Finais

De acordo com a análise do pré-teste aplicado percebemos que os alunos envolvidos na pesquisa apresentavam visões bem superficiais dos conceitos envolvidos nas questões, como atmosfera, poluentes atmosféricos, efeito estufa e camada de ozônio. Mesmo estando algumas dessas percepções distantes dos conceitos cientificamente aceitos, os alunos não deixaram de expô-las e através de seus posicionamentos foram direcionadas as atividades seguintes do projeto.

A análise seguinte permitiu uma avaliação da evolução conceitual dos alunos, à medida que as discussões foram encaminhadas. Os resultados mostraram que com o início de uma atividade diferenciada com os alunos, de discussão em sala sobre suas concepções prévias e recortes de textos, já se conseguiu uma melhoria na percepção dos mesmos, com relação aos conceitos abordados e quando comparados com o pré-teste.

Com a abordagem química feita pudemos notar que os alunos, que no começo apresentavam uma dificuldade grande na percepção e apropriação dos conceitos químicos trabalhados, agora se sentem mais seguros com o assunto e, além disso, apresentaram melhorias em suas notas, comparando duas unidades escolares, antes e após a intervenção feita.

A avaliação final da evolução dos alunos, realizada a partir dos dados coletados na oficina, possibilitou inferir que os alunos avançaram, tanto com relação aos conceitos químicos, quanto com relação à atmosfera e seus componentes. Ressaltamos também o desenvolvimento de algumas das habilidades propostas pela pesquisa, entre elas o senso crítico, visto que, os alunos conseguem propor soluções para os problemas ambientais apresentados e se conscientizaram da importância da atitude do homem frente essas questões.

## Referências

- Ambiente Brasil. (2008). Apresenta textos sobre educação ambiental. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./educacao/index.php3&conteudo=./educacao/educacao.html#topo>>, acesso em: 13 mai. 2008.
- Angotti, J. A. P. & Auth, M. A. (2001). Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, 7(1), 15-27.
- Atkins, P. & Jones, L. (2001). Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente; Tradução Caracelli, I. et al. Porto Alegre: Bookman.
- Baird, C. (2002). Environmental Chemicals; Tradução de Recio, M.A.L. e Carrera, L.C.M. *Química Ambiental*. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman.
- BRASIL. (1999). Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Altera a legislação tributária federal. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília DF, 28 abr. 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf>>, acesso em: 13 maio. 2008.
- BRASIL. (1999a). Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação.
- BRASIL. (2002). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1999). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, n. 7, p. 5-12, 1994. Tradução de Mortimer, E. Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 9, 31-40.

- Farrapeira, C. M. R., Silva, K. M. E. & Lima, A. O. (2007). Percepção e Concepção do Manguezal Vinculados ao Ensino da Biologia em uma Escola de Recife- PE. *Educação ambiental em ação*, n. 19, ano V. <<http://www.revistaeea.org/index.php?exemplar=19>>, acesso em: 05 de novembro de (2008).
- Gehlen, S. T., Auth, M. A. & Auler, D. (2008). Contribuições de Freire e Vygotski no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 63-85.
- Machado, A.H. & Moura, A.L. (1995). Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química. *Química Nova na Escola*, n. 2, 27-30.
- Mozeto, A. A. (2001). Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. *Química Nova na Escola*, Caderno Temático de Química Ambiental, p. 41-49.
- Rocha, J. C., Rosa, A.H. & Cardoso, A. A. (2004). *Introdução à Química Ambiental*. Porto Alegre: Bookman.
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma Perspectiva Crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial.
- Santos, W. L. P. & Mól, G. S. (Coords.). (2005). *Química & Sociedade: uma proposta de ensino de Química para a educação básica*. São Paulo: Nova Geração.
- Santos, W. L. P. & Schnetzler, R. P. (1997). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí.
- Schnetzler, R. P. (2004). A Pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova Escola. *Química Nova na Escola*, n. 20, 49-54.

Recebido em: 17.02.2011

Aceito em: 21.03.2011