COMBUSTÃO E SEUS EFEITOS: UM ESTUDO SOBRE CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO TÉCNICO DO CEFET-RS, VISANDO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Mario Luiz de Farias*

RESUMO

Este trabalho está baseado na pesquisa e dissertação a respeito de concepções de alunos do ensino técnico do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas (CEFET-RS) sobre a combustão e seus efeitos, visando à Educação Ambiental. Os objetivos principais da pesquisa foram: verificar o perfil das concepções sobre esse tema; avaliar a contribuição do ensino técnico na formação de tais concepções; estabelecer relação entre as concepções manifestadas e características de concepções levantadas pelo Movimento das Concepções Alternativas (MCA). O instrumento de pesquisa consistiu num questionário com quinze questões, compostas por uma afirmativa para os alunos assumirem um posicionamento, valendo-se de uma escala do tipo Likert, com cinco pontos, e um espaço para comentários. O tratamento dos dados foi realizado através de técnicas quantitativas e qualitativas. Os resultados indicaram perfis de concepções diferentes entre categorias relativas ao tema da pesquisa. Existiram diferenças significativas, para $\alpha = 0,05$, do nível das concepções sobre algumas categorias, entre alunos iniciantes e concluintes e entre alunos das áreas profissionais Indústria e Química. Foi constatado que o ensino técnico auxiliou na construção das concepções relativas a alguns tópicos e foram evidenciadas características das concepções alternativas.

Palavras-chaves: Combustão; concepções; Educação.

* CEFET/RS. Mestre em Educação Ambiental – FURG. mlfarias@cefetrs.tche.br - 0xx 53 32283257

ABSTRACT

Combustion and its effects: a study of the conceptions formed by students in a technical school, aiming at environmental education

This paper is based on a research and a thesis on the conceptions of combustion and its effects, aiming at Environmental Education, formed by students who attend technical school at Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas (CEFET-RS). It aimed at checking the profile of the conceptions regarding this theme; evaluating the contribution of technical teaching to the development of such conceptions; and establishing relations among the students' conceptions and the characteristics found in the conceptions collected by the Movement of Alternative Conceptions (MAC). The research tool was a questionnaire with 15 statements, in a Likert scale, so that students had to specify their level of agreement to the statements, and space for comments. Data were treated quantitatively and qualitatively. Results indicated different profiles of conceptions among the categories related to the theme. There were meaningful differences, to $\alpha = 0,05$, of the level of conceptions regarding some categories, among freshmen and seniors, and among students in professional areas, i. e., Industry and Chemistry. I concluded that the teaching in technical schools has helped the construction of conceptions regarding some issues; besides, some of the characteristics of alternative conceptions were also found.

Key words: Combustion; Conceptions; Education.

INTRODUÇÃO

Numa visão abrangente, tudo tem a ver com a Educação Ambiental, já que o ambiente é um sistema onde todas as coisas, incluindo o homem, estão relacionadas e interagem. No entanto, existem assuntos que são considerados como mais pertinentes à Educação Ambiental, por exemplo, o lixo, a energia, a água, dentre outros. Nesse sentido restrito é que foi definido o tema da pesquisa, que é a combustão e seus efeitos.

A combustão tem muitas aplicações úteis. Por outro lado, seus malefícios, em âmbito local e planetário, são uma realidade. Apesar de serem sentidos imediatamente e no decorrer do tempo e de virem sofrendo agravamento, parece que as pessoas não sabem que tais problemas existem, ou não estabelecem relação entre a combustão e seus

efeitos ou, ainda, se conhecem essa realidade, não sabem que seja possível evitar ou diminuir tais inconvenientes. O que as pessoas sabem e pensam sobre a combustão e seus efeitos?

Levando em conta essas considerações, surgiram as questões de pesquisa, a saber:

1) Como é o perfil das concepções de alunos do CEFET-RS de cursos técnicos, das áreas profissionais Indústria e Química, sobre combustão e seus efeitos?
2) Existem diferenças entre alunos dessas áreas e entre iniciantes e concluintes, quanto ao perfil de tais concepções?
3) O ensino técnico contribuiu na formação dessas concepções?

Dentre os objetivos da pesquisa, podem ser destacados:

- buscar, nas informações dos alunos participantes, alguma relação de suas idéias com características das concepções alternativas, apresentadas na literatura;
- fornecer elementos para supervisores, professores e alunos da educação profissional de nível técnico refletirem sobre a conveniência ou a necessidade de uma maior ênfase no tema da pesquisa na formação dos técnicos respectivos;
- propor, a partir da análise das concepções, a ambientalização do currículo ou a sua melhoria, bem como sugerir estratégias de ensino.

Participaram da pesquisa 104 alunos da Educação Profissional de Nível Técnico do CEFET-RS: 21 iniciantes e 25 concluintes do Curso Técnico de Manutenção Eletromecânica, da área profissional Indústria; 26 iniciantes e 32 concluintes do Curso Técnico em Química - Ênfase em Análise de Processos Industriais, da área profissional Química. Nesses cursos são lecionados conteúdos relativos ao tema da pesquisa,

inclusive pelo autor deste trabalho.

Na realização da pesquisa foram utilizadas técnicas quantitativas e qualitativas.

COMBUSTÃO E SEUS EFEITOS

Para que ocorra a reação química de combustão, são necessários e suficientes calor (alta temperatura), combustível e comburente, em proporções adequadas, o que forma o triângulo do fogo.

Desses três, o combustível é o componente de maior valor econômico e é o principal responsável pelos componentes das emissões causadoras dos impactos ambientais.

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2002 (BEN – 2002), disponível em <http://www.mme.gov.br/ben2002/>, os combustíveis fósseis, notadamente o petróleo, são os mais utilizados. Esses combustíveis, além de não serem renováveis, são os que emitem mais agentes poluidores, quando queimados. A combustão de vegetais, seja nas queimadas ou com finalidades industrial e doméstica, também é prejudicial, dos pontos de vista das emissões, como consta em Goldemberg (2001), e do desflorestamento, que prejudica todo o ecossistema, ressaltando-se a flora e a fauna.

O comburente necessário para a combustão é o oxigênio (O_2), que pode ser puro ou combinado com outros elementos, sendo que a sua apresentação mais comum é na mistura ar atmosférico, que possui, aproximadamente, 21% de O_2, em volume, ou 23%, em massa.

O calor ou, mais corretamente, a alta temperatura necessária para que comece a combustão pode ser obtida tanto de uma faísca ou ainda por outro meio, como pela compressão do ar no cilindro dos motores diesel. A alta temperatura necessária para manter a combustão provém da própria reação.

A combustão é aplicada para finalidades muito úteis, como o cozimento, geração de energia mecânica e elétrica. Também é aplicada de forma prejudicial quando desnecessária ou em excesso, nas queimadas, no tabagismo, aqui incluindo a queima da grande quantidade de madeira para secagem das folhas de fumo.

Sempre que ocorre a combustão, mesmo que seja para aplicações úteis, surgem conseqüências prejudiciais, como a poluição atmosférica, os aumentos do efeito estufa climático e da acidez da água da chuva.

A combustão desnecessária e prejudicial, bem como suas conseqüências indesejadas, podem ser evitadas ou diminuídas, sendo que, para tanto, devem concorrer a Educação e a tecnologia.

CONCEPÇÕES, APRENDIZAGEM E EDUCAÇÃO

As concepções, alternativas ou de acordo com, na expressão de Kuhn (2001), a ciência normal, que as pessoas tenham sobre um assunto, são consideradas como muito importantes para o processo de ensino e de aprendizagem.

Ausubel, segundo Erickson (1979, p. 221), afirma que: *Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.*

Driver (1983), ao mencionar tal afirmação, considera que nessa perspectiva sobre aprendizagem, é tão importante no ensino e desenvolvimento do currículo entender e considerar as idéias próprias dos alunos quanto fazer uma apresentação clara das teorias científicas convencionais.

Erickson (1980) considera que a contribuição dos estudos das

concepções sobre um determinado assunto é uma base de conhecimento segura para o desenvolvimento do currículo e de estratégias de ensino.

Para Vygotsky (2001, p. 428)

> A educação nunca começa no vazio, não se forjam reações inteiramente novas nem se concretiza o primeiro impulso. Ao contrário, sempre se parte de formas de comportamento já dadas e acabadas e fala-se da sua mudança, procura-se a sua substituição, mas não o absolutamente novo.

A consideração das concepções, em que pese a sua importância, não é suficiente para a prática do ensino, conforme ponderam Driver, Guesne e Tiberghien (1985, p. 6). Conhecimento e estratégias também são necessários para o ensino e para que a Educação seja efetivada. Muitos educadores manifestam esse entendimento. Por exemplo: para Freire (1996, p.116), "Tão importante quanto ele, o ensino dos conteúdos, é o meu testemunho ético ao ensiná-los"; Kant (1996, p.20), afirma que "[...] os conhecimentos dependem da educação e esta, por sua vez, depende daqueles"; e Novo (1996, p. 104) assevera: "Deixemos então a questão do conhecimento como 'necessário mas não suficiente'" [...].

METODOLOGIA

O instrumento de pesquisa consistiu num questionário composto de quinze questões relacionadas com o referencial da pesquisa. Cada questão teve duas etapas: a) uma afirmativa para o aluno posicionar-se, utilizando a escala do tipo Likert com cinco pontos, apresentada na figura 01; b) um espaço para que o aluno complementasse a resposta, fazendo comentários relativos ao conteúdo da afirmativa e ao local ou forma de aprendizagem.

a – eu tenho certeza de que está certa.

b – eu acho que está certa.

c – eu não sei se está certa.

d – eu acho que está errada.

e – eu tenho certeza de que está errada.

Figura 1 – Escala do tipo Likert utilizada na pesquisa

As afirmativas foram as seguintes:

1 – Para ocorrer a combustão, são necessários e suficientes combustível, oxigênio e calor (alta temperatura).

2 – A combustão pode ser percebida pelos nossos sentidos.

3 – A maior porcentagem de aplicação da combustão é para o cozimento dos alimentos.

4 – Nenhuma máquina térmica converte todo calor obtido da combustão em trabalho mecânico.

5 – A chuva ácida e seus efeitos podem ocorrer muito distantes do local da combustão.

6 – O efeito estufa ocorre assim: com a combustão, calor é "gerado" e, pelo princípio da conservação da energia, esse calor vai sendo acumulado, fazendo a temperatura da terra aumentar.

7 – O hábito ou vício de fumar (tabagismo) é responsável pela queima de grande quantidade de madeira.

8 – As queimadas de vegetais nos campos, nos canaviais de açúcar e nas matas são inofensivas (não são prejudiciais).

9 – As emissões da queima dos combustíveis fósseis são as principais responsáveis pelo aumento da acidez da água da chuva, o que é chamado de chuva ácida.

10 – A fumaça da combustão é composta por gases, vapor d'água e partículas sólidas (fuligem), todos decorrentes dos componentes do combustível e do ar.

11 – Gases produzidos na combustão podem matar ou causar doenças.

12 – O efeito estufa garante as condições de vida atuais.

13 – A chama é somente energia.

14 – A intensificação do efeito estufa climático, causada, principalmente, por gases oriundos da combustão, provoca aquecimento global.

15 – Os efeitos indesejados ou os problemas decorrentes da combustão são inevitáveis.

As afirmativas 03, 06, 08, 13 e 15 estão erradas, enquanto que as outras estão corretas.

Os alunos responderam ao questionário na seqüência do seu recebimento, individualmente e sem consulta, refletindo as concepções próprias, construídas até aquele momento.

Com relação a cada afirmativa correta, foram atribuídos pesos 5, 4, 3, 2 e 1, respectivamente, aos posicionamentos correspondentes às letras **a**, **b**, **c**, **d**, **e** da escala do tipo Likert. Com relação às afirmativas erradas, para os posicionamentos correspondentes às letras **a**, **b**, **c**, **d** e **e**, foram atribuídos pesos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

A classificação do perfil das concepções em baixo, regular, bom, muito bom, ou ótimo, foi realizada considerando o nível das concepções, o índice de posicionamentos corretos e a qualidade dos comentários.

O nível das concepções dos alunos, em função das médias dos pesos atribuídos aos posicionamentos, foi determinado como consta na tabela 01.

Tabela 1 – Nível das concepções, (critério 'a').

Média dos Pontos	Nível das Concepções
1,00 a 3,00	Baixo
3,01 a 4,00	Médio
4,01 a 4,50	Médio alto
4,51 a 5,00	Alto

A classificação do índice de posicionamentos corretos foi a constante na tabela 02.

Tabela 2 – Índice de posicionamentos corretos, (critério 'b').

% de pos. corretos	Índice de pos. corretos
Até 50%	Baixo
Maior do que 50%	Alto

No que dependeu da combinação destes dois critérios, 'a' e 'b', o perfil das concepções foi considerado baixo, regular, bom, muito bom, ou ótimo, critério 'ab', de acordo com o exposto na tabela 03, a seguir:

Tabela 3 – Perfil das concepções, em função da combinação dos critérios 'a' e 'b'.

Combinação dos critérios 'a' e 'b'	Perfil das concepções
Nível das concepções baixo (e índice baixo de posicionamentos corretos)	Baixo
Nível das concepções médio e índice de posicionamentos corretos baixo	Regular

Nível das concepções médio e índice de posicionamentos corretos alto ou nível médio alto das concepções e índice de posicionamentos corretos baixo	Bom
Nível médio alto das concepções e alto índice de posicionamentos corretos	Muito bom
Nível alto das concepções (e índice alto de posicionamentos corretos)	Ótimo

Os comentários dos alunos, com relação a cada afirmativa, receberam tratamento qualitativo e, também, foram considerados para definir o perfil das concepções. Este tratamento, seguindo uma técnica descrita por Moraes (2002), consistiu em destacar as unidades de significado dos comentários e categorizá-las, fazendo-se a comunicação dos resultados através de redes sistêmicas, que foram elaboradas seguindo critérios constantes em Farias (2003).

ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

Os pesos atribuídos aos posicionamentos dos 104 alunos, com relação a todas as afirmativas foram organizados numa matriz. Com a utilização do *software* Data Desk, da Odesta Corporation (1988), foi realizada uma análise de variância, com $\alpha = 0,05$.

Essa análise indicou diferença significativa do nível das concepções, quanto aos cursos técnicos, com relação às afirmativas 04 e 09 (efeito de curso). Também, indicou diferença significativa do nível das concepções, quanto aos adiantamentos, com relação às afirmativas 05 e 06 (efeito de adiantamento).

Com relação às outras afirmativas, não houve diferença significativa entre os níveis das concepções e foram tratadas como tendo apresentado padrão geral.

Para cada uma das 15 afirmativas, os dados foram apresentados e analisados com a utilização de tabelas, gráficos de barras e redes sistêmicas, como consta em Farias (2003), onde os resultados completos da pesquisa podem ser observados.

Devido à limitação de espaço, neste trabalho, serão apresentados: 1) a título de exemplo, a análise dos dados relativos às afirmativas 07 e 08; 2) os resultados gerais.

Análise das concepções relativas à afirmação 07 (O hábito ou vício de fumar – tabagismo – é responsável pela queima de grande quantidade de madeira):

Todos os grupos, por curso e por adiantamento, e, conseqüentemente, o total de alunos participantes da pesquisa, estes com média 2,53, atingiram médias dos pontos atribuídos a seus posicionamentos abaixo de 3,00. Por isto, de acordo com o critério 'a', constante na tabela 01, acima, o nível das concepções sobre o que consta na afirmativa 07 foi baixo.

Como esta afirmativa está correta e apenas 7,69% dos alunos tinham certeza disto, de acordo com o critério 'b', constante na tabela 02, acima, o índice de posicionamentos corretos foi baixo.

As informações dos locais de aprendizagem e o resumo dos comentários dos alunos sobre o conteúdo da afirmativa 07 estão na rede sistêmica da figura 02, elaborada levando em conta considerações de Bliss, Monk e Ogborn (1983).

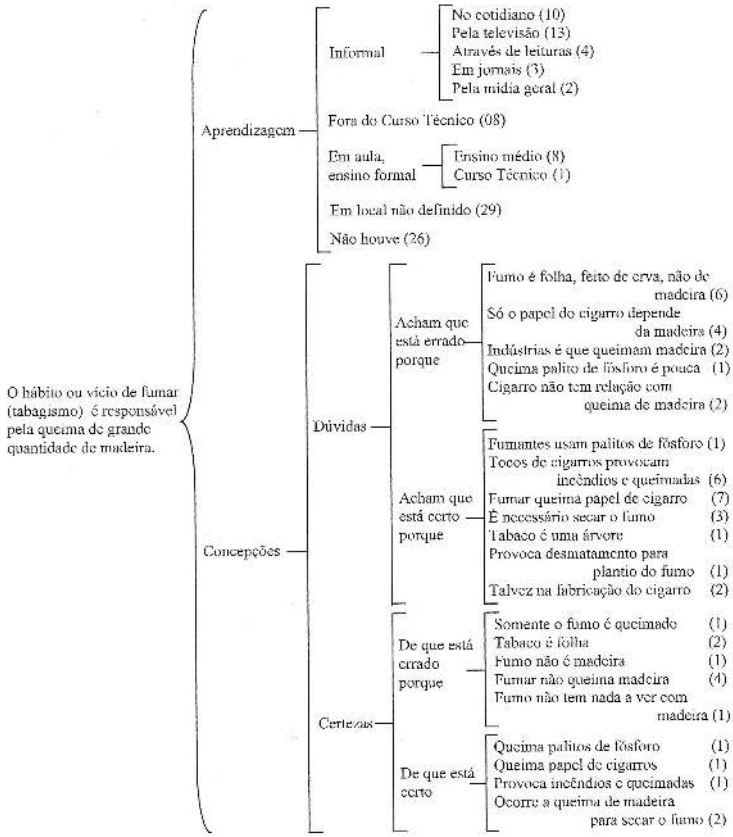


Figura 2 – Rede sistêmica com os resumos dos comentários dos alunos sobre a afirmativa 07.

Os números entre parênteses referem-se a quantidades de alunos.

Levando em conta que o nível das concepções e o índice de posicionamentos corretos foram baixos, que a maioria das concepções foram de dúvidas e não corresponderam à realidade, o **perfil das concepções,** com relação à afirmativa 07, foi considerado **baixo**.

Considerando as informações do local de aprendizagem e o baixo perfil das concepções, é possível concluir que o ensino técnico não contribuiu para a formação das concepções sobre o que trata esta afirmativa.

Análise das concepções relativas à afirmação 08 (As queimadas de vegetais nos campos, nos canaviais de açúcar e nas matas são inofensivas – não são prejudiciais):

Todos os grupos, por curso e por adiantamento, e, conseqüentemente, o total de alunos participantes da pesquisa, estes com média 4,77, atingiram médias dos pontos atribuídos a seus posicionamentos superior a 4,50. Por isto, foi considerado que o nível das concepções sobre o que consta na afirmativa 08 era alto.

Como esta afirmativa está errada e 85,60% dos alunos tinham certeza disto, o índice de posicionamentos corretos foi alto.

As informações dos locais de aprendizagem e o resumo dos comentários sobre o conteúdo da afirmativa 08 estão na rede sistêmica da figura 03, a seguir:

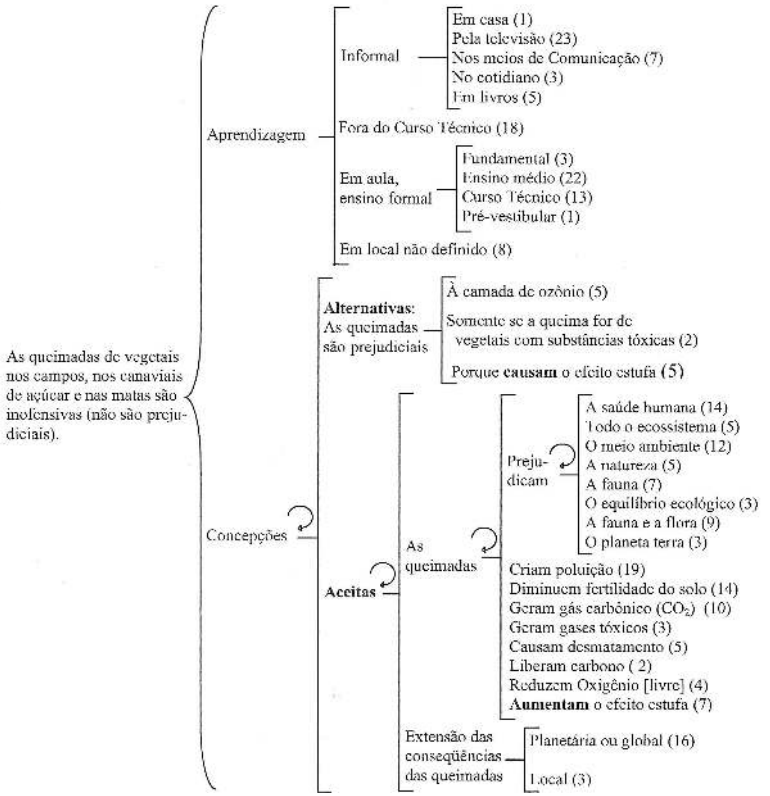


Figura 3 – Rede sistêmica com os resumos dos comentários dos alunos sobre a afirmativa 08.

A seta circular (↻) foi usada para indicar que um mesmo aluno fez mais de um comentário, inclusive alternativos uns e aceitos outros.

Tendo em vista que o nível das concepções e o índice de posicionamentos corretos foram altos, bem como que a quantidade de comentários corretos foi grande, o **perfil das concepções,** relativamente à afirmativa 08, era **ótimo**.

Observando as informações dos locais de aprendizagem e os comentários que os alunos fizeram, é possível concluir que o ensino

técnico contribuiu muito pouco para a construção destas concepções.

Na pesquisa como um todo, as médias dos pontos, atingidas pelos alunos em todas as afirmativas e apresentadas na tabela 04, foram as seguintes:

Tabela 4 – Média de todos alunos, com relação a cada uma das 15 afirmativas.

Afirmativa	**Média**
01	4,30
02	4,33
03	3,64
04	3,66
05	3,59
06	2,74
07	2,53
08	4,77
09	3,59
10	4,05
11	4,42
12	2,65
13	3,03
14	4,38
15	3,40

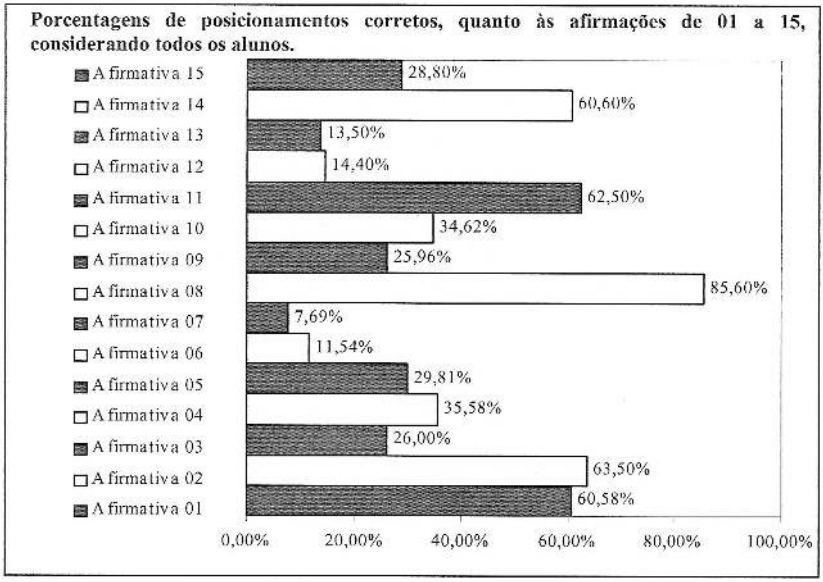
Com relação às afirmativas 04 e 09, que apresentaram efeito de curso, as médias foram, respectivamente, 4,00 e 3,30, atingidas pelos alunos de Manutenção Eletromecânica; 3,40 e 3,81, atingidas pelos alunos de Química.

Com relação às afirmativas 05 e 06, que apresentaram efeito de adiantamento, os alunos iniciantes fizeram médias 3,21 e 2,43, enquanto que os concluintes atingiram médias 3,89 e 3,00, respectivamente.

A porcentagem de posicionamentos corretos, com relação a cada

afirmativa, consta no gráfico 01.

Gráfico 1 – Porcentagens dos posicionamentos corretos, quanto às afirmativas de 01 a 15, considerando todos os alunos.



As porcentagens de posicionamentos corretos dos alunos de Manutenção Eletromecânica e de Química foram, respectivamente: 52,17% e 22,41%, com relação à afirmativa 04; 13,04% e 36,21%, com relação à afirmativa 09.

As porcentagens de posicionamentos corretos dos alunos iniciantes e concluintes foram, respectivamente: 21,28% e 36,84%, com relação à afirmativa 05; 10,64% e 12,28%, com relação à afirmativa 06.

Considerando as médias, os índices de posicionamentos corretos e os comentários dos alunos, o perfil das concepções, com relação às afirmações, foram os constantes na tabela 05.

Tabela 5 – Perfil das concepções, com relação às afirmativas 01, 02, 03 e de 05 a 15.

Perfil das concepções	Afirmativas
Baixo	06, 07, 12 e 13
Regular	03, 05, 09, 10 e 15
Bom	01
Muito bom	02 e 14
Ótimo	08 e 11

Com relação à afirmativa 04, o perfil das concepções dos alunos do Curso Técnico em Química foi regular e dos de Manutenção Eletromecânica foi bom.

Muitos alunos manifestaram em seus comentários concepções alternativas verificadas pelos pesquisadores do MCA, tais como: a) que na combustão o oxigênio é queimado; b) que a combustão afeta a camada de ozônio e que a diminuição desta é responsável pelo efeito estufa. Também, características das concepções alternativas verificadas por aqueles pesquisadores foram constatadas, como que tais concepções são resistentes, tendem a ser comuns a muitas pessoas, independentemente de idade e de nacionalidade.

CONCLUSÃO

A pesquisa com relação à qual este trabalho está relacionado tratou de concepções sobre combustão e seus efeitos, de alunos do ensino técnico do CEFET-RS, dos cursos de Manutenção Eletromecânica e de Química, representando, respectivamente, as áreas

profissionais Indústria e Química.

O perfil de tais concepções era regular, tendendo a bom.

Com relação a alguns tópicos, existiram diferenças de concepções entre alunos iniciantes e concluintes e entre alunos de Manutenção Eletromecânica e de Química.

O ensino técnico contribuiu na formação das concepções relativas à maioria dos assuntos abordados na pesquisa, sendo que com relação a nenhum deles foi a única fonte para a construção das concepções. O ensino no Curso Técnico em Química contribuiu mais do que o ocorrido no Curso de Manutenção Eletromecânica.

Muitos dos alunos pesquisados manifestaram concepções alternativas e características destas idênticas àquelas referidas por pesquisadores do Movimento das Concepções Alternativas.

Como os alunos apresentaram perfil de suas concepções baixo e regular com relação a dimensões relacionadas com o tema da pesquisa, este trabalho pode servir como uma referência para a ambientalização do currículo, nos ensinos básico e técnico, o que sugerimos seja feito considerando as concepções dos alunos e utilizando, entre estratégias e outros recursos didáticos, textos referenciais sobre combustão e seus efeitos.

REFERÊNCIAS

BALANÇO Energético Nacional 2002. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/ben2002/>, acesso em: 27/02/03.

BLISS, Joan; MONK, Martin; OGBORN, Jon. **Qualitative data analysis for educational research**. London: Croom Helm, 1983.

DRIVER, Rosalind. **Science - Study and teaching**. Inglaterra: Open University Press, 1983.

DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHIEN, Andrée. **Children's ideas in science**. Inglaterra: Open University Press, 1985.

ERICKSON L. Gaalen. Children's Conceptions of Heat and Temperature**. Science Education,** v. 63. N. 2. John Wiley & Sons, Inc, 1979. p. 221-230.

_____. Children's Viewpoint of Heat: A Second Look**. Science Education,** v. 64, n. 3. John Wiley & Sons, Inc, 1980. p. 323-336.

FARIAS, Mario L. **Combustão e seus efeitos:** um estudo de concepções de alunos do ensino técnico do CEFET-RS, visando à Educação Ambiental. Rio Grande: FURG, 2003. 267 p. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOLDEMBERG, José. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. Tradução do inglês: André Koch. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

KANT, Immanuel. **Sobre a pedagogia**. Tradução de Francisco C. Fontanella. Piracicaba: Unimep, 1996.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das revoluções científicas**. 6. ed. Tradução do inglês por Beatriz V. Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2001.

MORAES, Roque. **Uma tempestade de luz**: a compreensão possibilitada pela análise textual qualitativa. Artigo, 2002. Não publicado.

NOVO, María**. La Educación Ambiental:** bases éticas, conceptuales y metodológicas**.** Madrid: Ed. Universitas, 1996.

ODESTA CORPORATION. **Data Desk**. Northbrook, IL., 1988. (*software*)

VYGOTSKY, Lev S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.