



Avaliação de uma sequência de ensino de Termodinâmica

orientada por uma abordagem CTS, na perspectiva da Teoria da Atividade

Adelson Fernandes Moreira

Coordenação de Ciências – CEFET-MG – Belo Horizonte



Objetivo

- ▶ Apresentar os resultados de uma pesquisa que avaliou, do ponto de vista dos estudantes envolvidos, uma sequência de ensino de Termodinâmica, orientada por uma abordagem CTS, desenvolvida na Educação Profissional Técnica de Nível Médio, em turmas de 2º ano do CEFET-MG, na unidade de Belo Horizonte.



Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

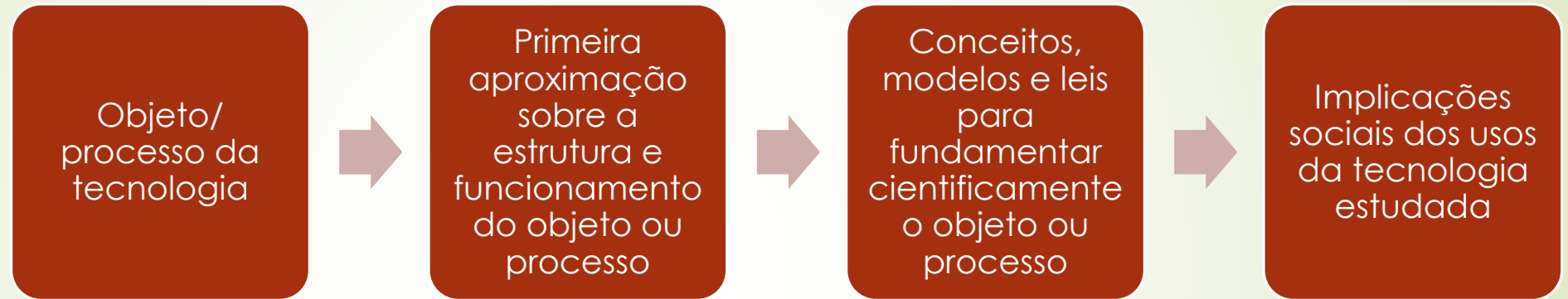
- ▶ A tecnologia do motor de combustão interna como situação problema:
 - ▶ identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia e seus processos de conversão assim como o que sabiam sobre o funcionamento do motor;
 - ▶ criar um contexto de significação para o estudo dos conceitos e leis da Termodinâmica apresentados como fundamentos científicos da tecnologia do motor de combustão;
 - ▶ Promover uma reflexão sobre as implicações sociais do uso intensivo dessa tecnologia em um modelo de mobilidade urbana centrado no carro particular.



Uma dificuldade a ser superada...

- ▶ Ausência de um material didático específico estruturado de forma que o motor de combustão interna fosse ponto de partida regularmente revisitado para se discutir os conceitos e leis da Termodinâmica.
- ▶ 2016: primeira versão completa desse material, em textos avulsos.
- ▶ 2017: material em forma de apostila 'Motor de combustão como contexto para o ensino de termodinâmica'.
 - ▶ trechos autorais, combinados a textos adaptados ou transcritos de outras fontes (ALVARENGA; MÁXIMO, 2006; GASPAR, 2013; GREF, 1991, 1998).
- ▶ 2018: aperfeiçoamento na formatação do material e realização da pesquisa, cujos resultados apresentamos.
 - ▶ Participação de um estudante bolsista do Programa de Bolsas de Complementação Educacional (BCE).

A sequência de ensino



Motor de combustão interna


Mobilidade urbana e degradação da energia

Conceitos, modelos e leis da Termodinâmica

Problematização inicial

- ▶ Ao iniciarmos determinada viagem de automóvel, no início, o tanque está cheio de gasolina. Após percorrermos algumas centenas de quilômetros, esse estará vazio. Para você, o que aconteceu com a gasolina? Responda com o maior detalhamento possível.
- ▶ Uma pessoa pode fazer determinada viagem de ônibus ou de carro particular. Para você, em que circunstâncias haverá um maior "consumo" de energia, por pessoa, por quilômetro rodado? Justifique, calculando o consumo em $\text{kJ}/(\text{pessoa.km})$, tanto para o ônibus, que percorre 2 km com 1 L de diesel, como para o carro particular, que percorre 10 km com 1 L de gasolina. Considere que o ônibus transporte, em média, 40 pessoas e o carro, apenas uma.
- ▶ Questão semelhante à segunda envolvendo emissão de CO_2 .

(AULER, 2005)



A problematização se desdobra em dois eixos

- ▶ Estudo dos conceitos, modelos e leis que fundamentam a escolha de materiais e procedimentos técnicos que compõem a estrutura e o funcionamento do motor de combustão.
 - ▶ Aplicação dos conceitos aprendidos em outras situações físicas e tecnológicas.
 - ▶ Em cada nova etapa da sequência, o motor é revisitado.
- ▶ Projeto extraclasse: discussão dos impactos socioambientais do uso motor de combustão interna.
 - ▶ 2a lei da Termodinâmica: limites para conversão de energia térmica em mecânica.
 - ▶ Relações CTS: Baixo rendimento do motor, alta capacidade de poluir e seu uso intensivo nos centros urbanos.

Fundamentos científicos do motor de combustão interna

Processos físicos/técnicos	Conceitos, propriedades dos materiais e leis da termodinâmica
O calor liberado na combustão.	Processos de conversão de energia Calor de combustão
Efeitos das trocas de calor: aquecimento e refrigeração do motor, dilatação das peças do motor, mudança de fase.	Calor, temperatura, processos de transferência de calor, dilatação, condutividade térmica, coeficiente de dilatação, capacidade térmica, calor específico, calor latente de mudança de fase e temperatura de mudança de fase.
As fases do ciclo de um motor.	Comportamento dos gases e transformações termodinâmicas.
Conversão de calor em trabalho.	Calor e trabalho como processos de transferência de energia. 1ª lei da termodinâmica e a conservação da energia. 2ª lei da termodinâmica e a degradação da energia.



Projetos extraclasses

- ▶ 2017: realização de uma Audiência Pública Municipal sobre o tema 'Mobilidade Urbana e Transporte Coletivo', no auditório do CEFET-MG, Campus I, durante um sábado letivo.
 - ▶ atividades e debates preparatórios, em sala, para participar da Audiência.
- ▶ 2018: assistência à videogravação da Audiência de 2017.
 - ▶ análise dos discursos e propostas que ali circularam e, com base nessa análise, propor uma ação coletiva significativa para intervir no tema discutido na Audiência. Os resultados dessa atividade foram objeto de debate, em sala.



A pesquisa

- ▶ No segundo semestre de 2018, desenvolvemos a pesquisa, ora relatada, para avaliar do ponto de vista dos estudantes os resultados da prática educativa concretizada, o processo vivido, assim como as mediações que participaram da constituição do ambiente de aprendizagem de Termodinâmica, com centralidade no material didático utilizado e dialogando com o contexto escolar mais amplo no qual se situa a referida prática.
- ▶ Colaborou nessa pesquisa o estudante Gabriel Duarte, do Curso de Química (subsequente), bolsista do Programa BCE.



Análise de uma prática educativa por meio da Teoria da Atividade (1)

- ▶ Ambiente de aprendizagem:
 - ▶ (...) é compreendido como um lugar previamente organizado para promover oportunidades de aprendizagem e se constitui de forma única, na medida em que é socialmente construído por estudantes e professores, a partir das interações estabelecidas entre si e com as demais fontes materiais e simbólicas do ambiente. Lugar, nessa conceituação, deve ser entendido em sentido amplo e não reduzido a espaço físico. É o lócus do acontecimento, é síntese de múltiplas condições, é o solo, mas, mais ainda, a cultura e a sociedade (MOREIRA; PEDROSA; PONTELO, 2011, p.17).



Análise de uma prática educativa por meio da Teoria da Atividade (2)

- ▶ Prática educativa:

- ▶ (...) compõe-se de um conjunto de ações que determinam tanto o caráter preordenado de um ambiente de aprendizagem como a sua dimensão de construção social. A prática educativa constitui um ambiente de aprendizagem desde a sua organização inicial, fundada em certa concepção de aprendizagem, até a sua realização singular. A Teoria da Atividade apresenta-se como um referencial capaz de descrever e analisar práticas educativas constitutivas de ambientes de aprendizagem diversos, na complexidade de seus elementos e da relação entre eles (MOREIRA; PEDROSA; PONTELO, 2011, p.17).



Análise de uma prática educativa por meio da Teoria da Atividade (3)

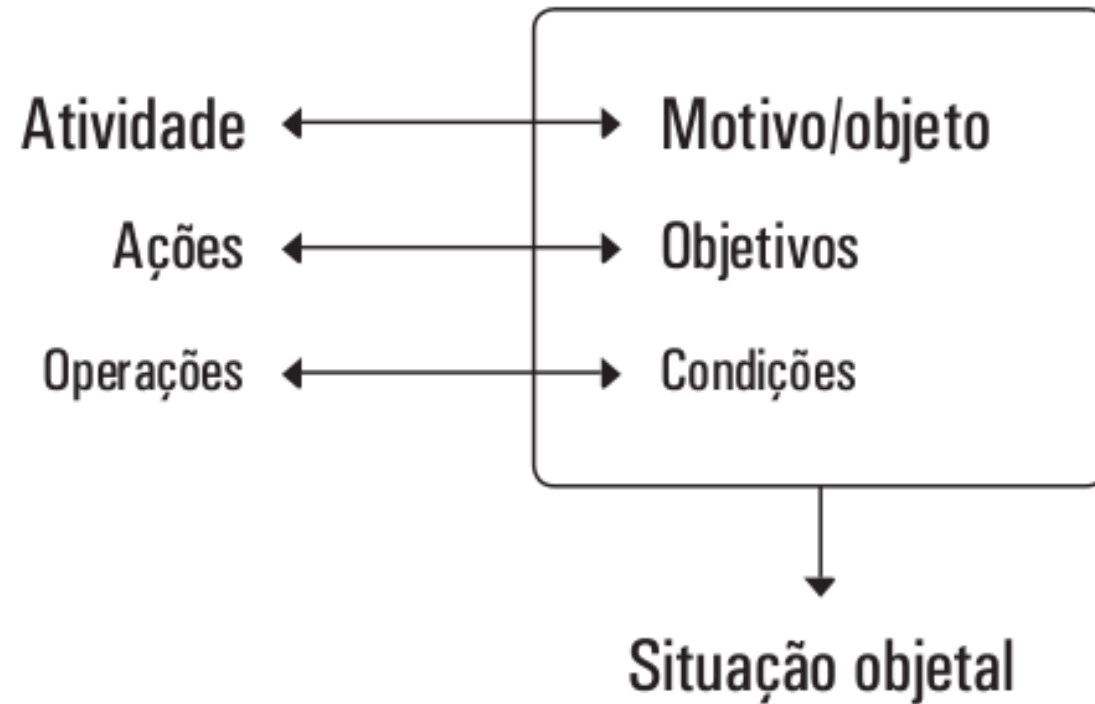
- ▶ A prática educativa que concretiza a sequência de ensino de Termodinâmica é compreendida como uma **atividade**, da forma como conceituada por Leontiev (1978, 1981). Nessa conceituação destaca-se o **objeto** a partir do qual se constitui a atividade e da qual participa o **sujeito**, que possui uma **necessidade** que o engaja na atividade. Do encontro da necessidade do sujeito com o objeto emerge o **motivo** de sua participação. Esse motivo pode tanto possibilitar condições de **desenvolvimento humano** para o sujeito como pode levar à participação em uma atividade que seja para ele uma experiência de **alienação** (DUARTE, 2004).



A atividade investigada

- ▶ O objeto da prática educativa, em questão, é o motor de combustão interna. A partir dele e sobre ele são propostas ações cujos objetivos convergem para os resultados buscados com a atividade:
 - ▶ atribuir significado aos conceitos, modelos e leis da Termodinâmica como fundamentos científicos da tecnologia do motor de combustão interna;
 - ▶ estabelecer relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade por meio da reflexão sobre as implicações sociais do uso intensivo da tecnologia do motor de combustão interna em um modelo de mobilidade urbana centrado no automóvel particular.

Planos da atividade





A dimensão coletiva é inerente à atividade

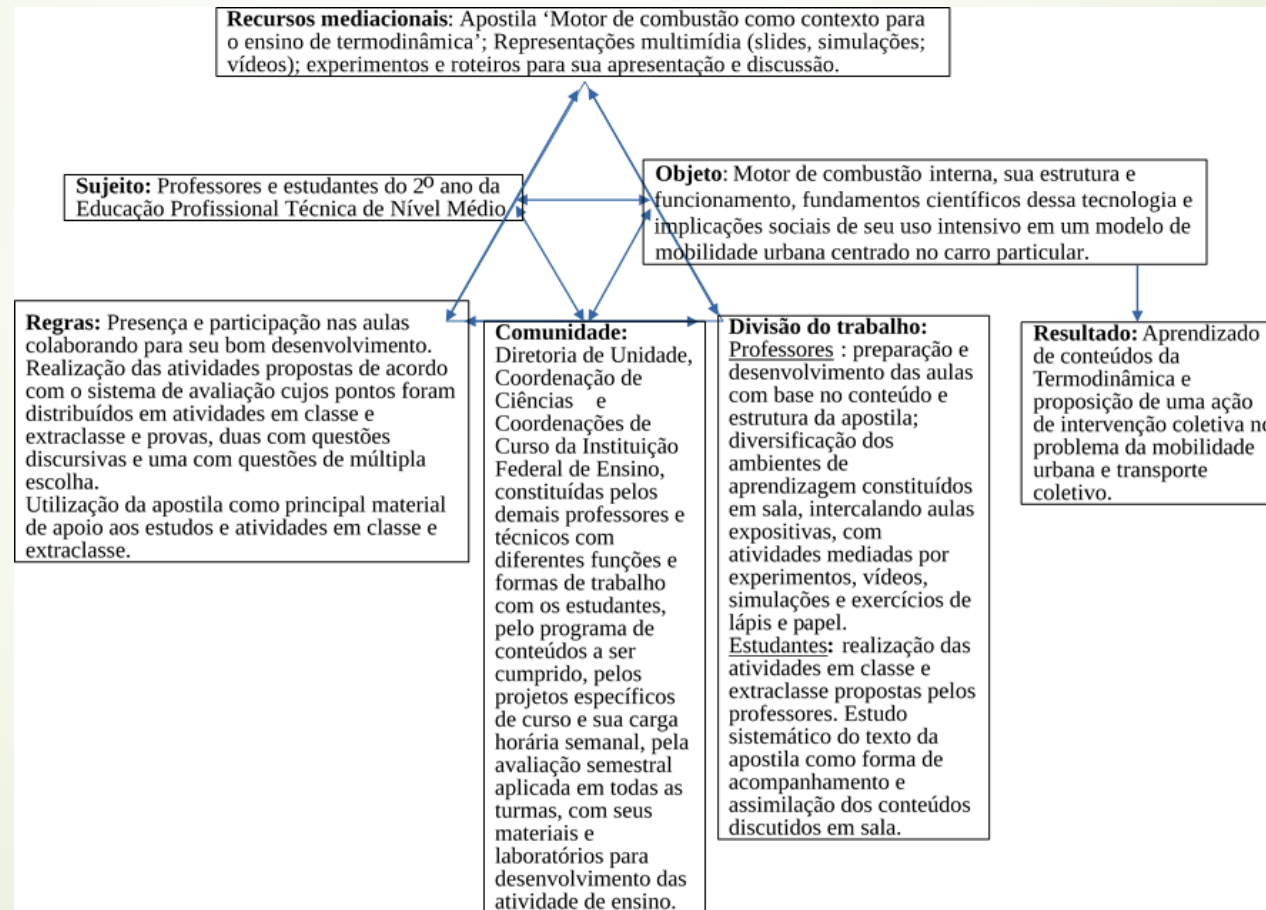
- ▶ A dimensão coletiva confere à atividade uma historicidade dentro da cultura em que ela se concretiza. Mesmo um indivíduo que, aparentemente, realiza sozinho uma atividade, mobiliza conceitos, formas de compreensão, mediações próprias da cultura em que foi educado, trazendo para o ambiente de realização da atividade vozes e traços culturais vividos e aprendidos em espaços coletivos de interação.
- ▶ A história sociocultural dos sujeitos envolvidos em uma atividade, das mediações utilizadas, do objeto que lhe dá sentido é um aspecto essencial e definidor de uma atividade, decorre de sua dimensão coletiva e é fonte importante das contradições a partir das quais se realiza.

Descrição e análise de uma atividade

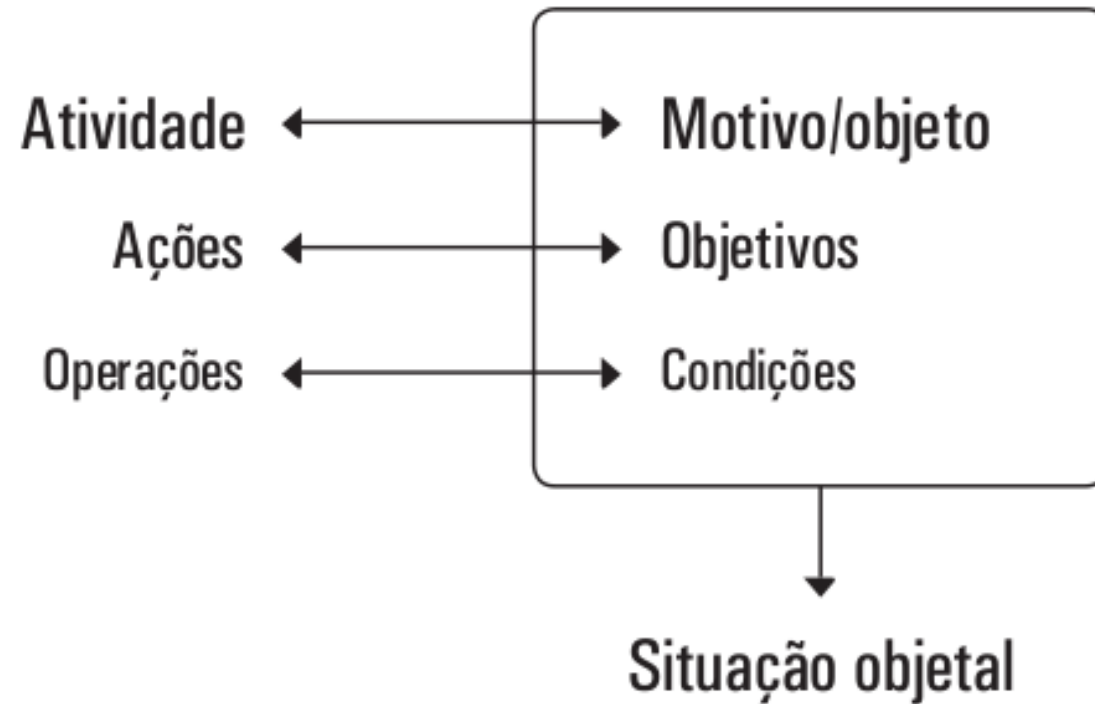


Engeström (1987, 1999); Cole e Engeström (1997)

O sistema de atividade 'sequência de ensino de termodinâmica'



Planos da atividade





Questões: plano da atividade

- ▶ Que necessidades engajam o sujeito na atividade?
- ▶ Como elas se articulam ao objeto da atividade e ao resultado que se quer alcançar?
- ▶ A inserção do sujeito na atividade implica alienação ou apropriação do objeto?
- ▶ Como o sistema de atividade se configura a partir do objeto, nas dimensões ontológica (o que sabemos), epistemológica (como sabemos) e axiológica (valores e atitudes)?

CAMMILO e MATTOS (2014)



Questões: plano das ações

- ▶ Que ações se articulam, em torno do objeto, no sentido de alcançar o resultado proposto?
- ▶ Há ações que abrem espaço para uma crítica da Ciência?
- ▶ As ações se articulam de forma a promover uma compreensão da Ciência como construção humana, sócio histórica e como instrumento de compreensão e transformação da realidade? Ou promovem uma visão internalista da Ciência como um fim em si mesmo?
- ▶ Os sujeitos envolvidos compreendem o significado dessas ações e a articulação entre elas?
- ▶ Que tensões emergem do sentido atribuído às ações e seu significado para o coletivo inserido no sistema de atividade?

CAMMILO e MATTOS (2014)

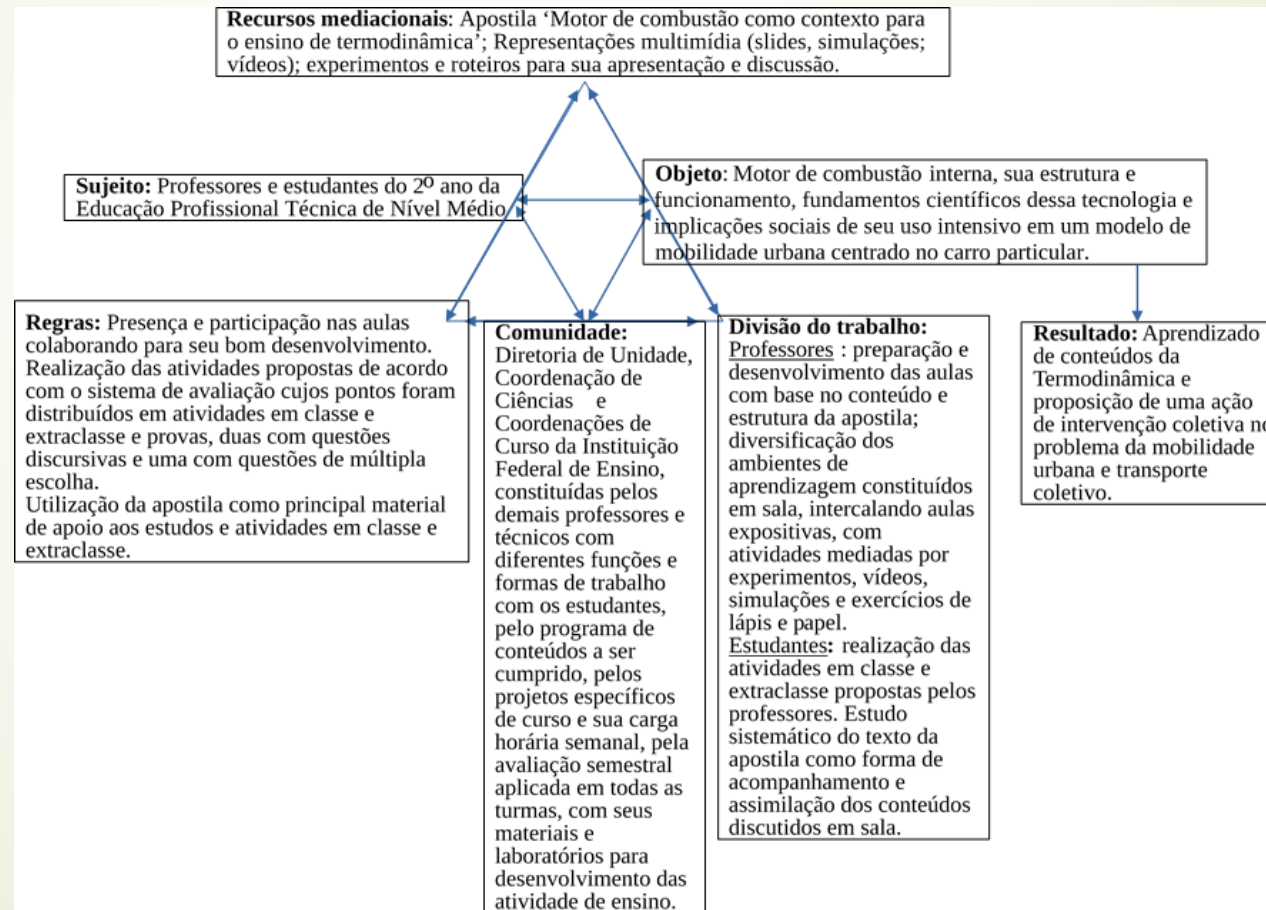


Questões: plano das operações

- ▶ Como as regras e divisão de trabalho estabelecidas no sistema de atividade, assim como os recursos mediacionais disponibilizados para a realização das ações determinam as operações executadas pelos sujeitos?
- ▶ Que tensões emergem das condições operacionais determinadas por essas mediações: regras, divisão do trabalho, os recursos mediacionais utilizados?
- ▶ Que aspectos da cultura da comunidade influenciam as formas específicas de ações constitutivas do sistema de atividade?

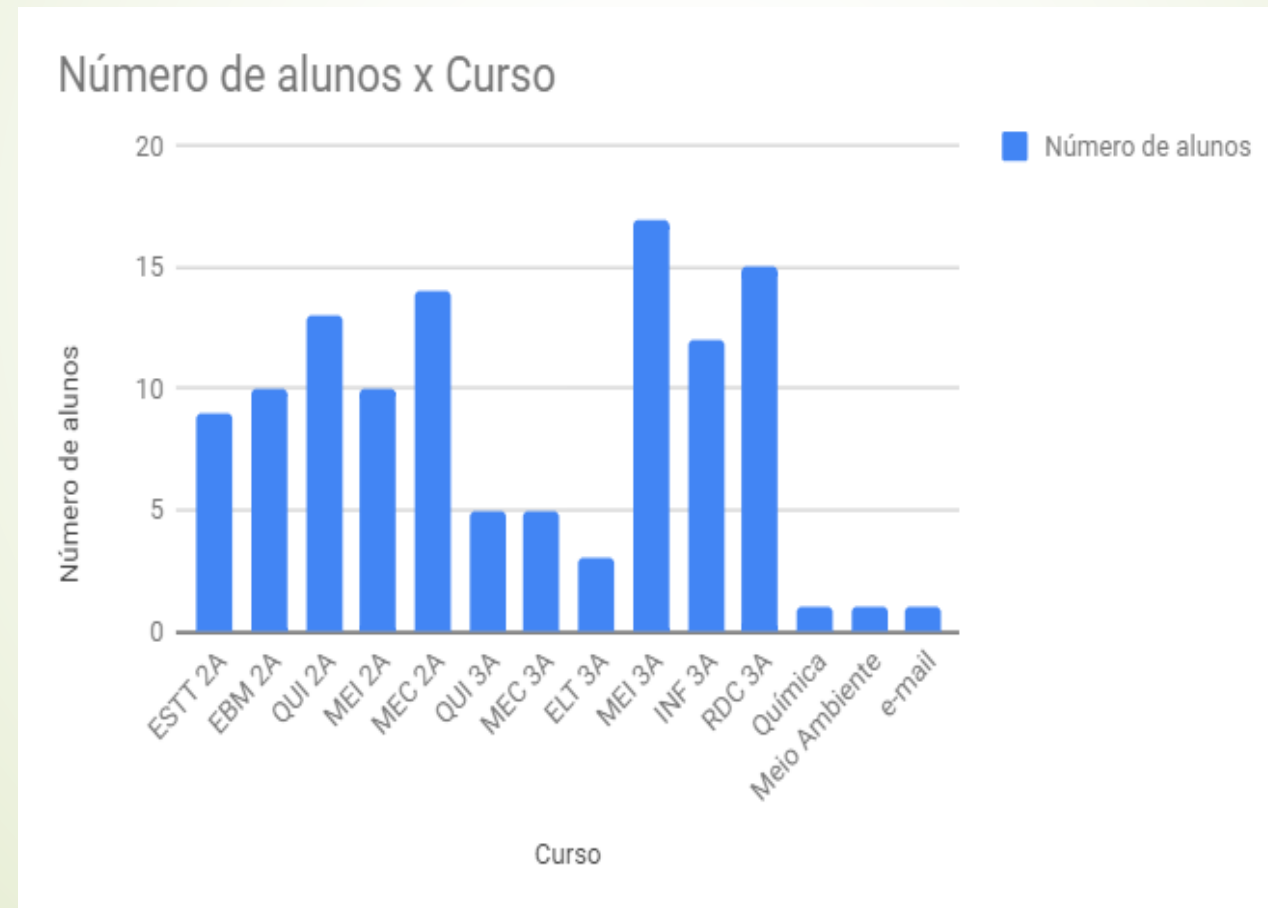
CAMMILO e MATTOS (2014)

O sistema de atividade 'sequência de ensino de termodinâmica'



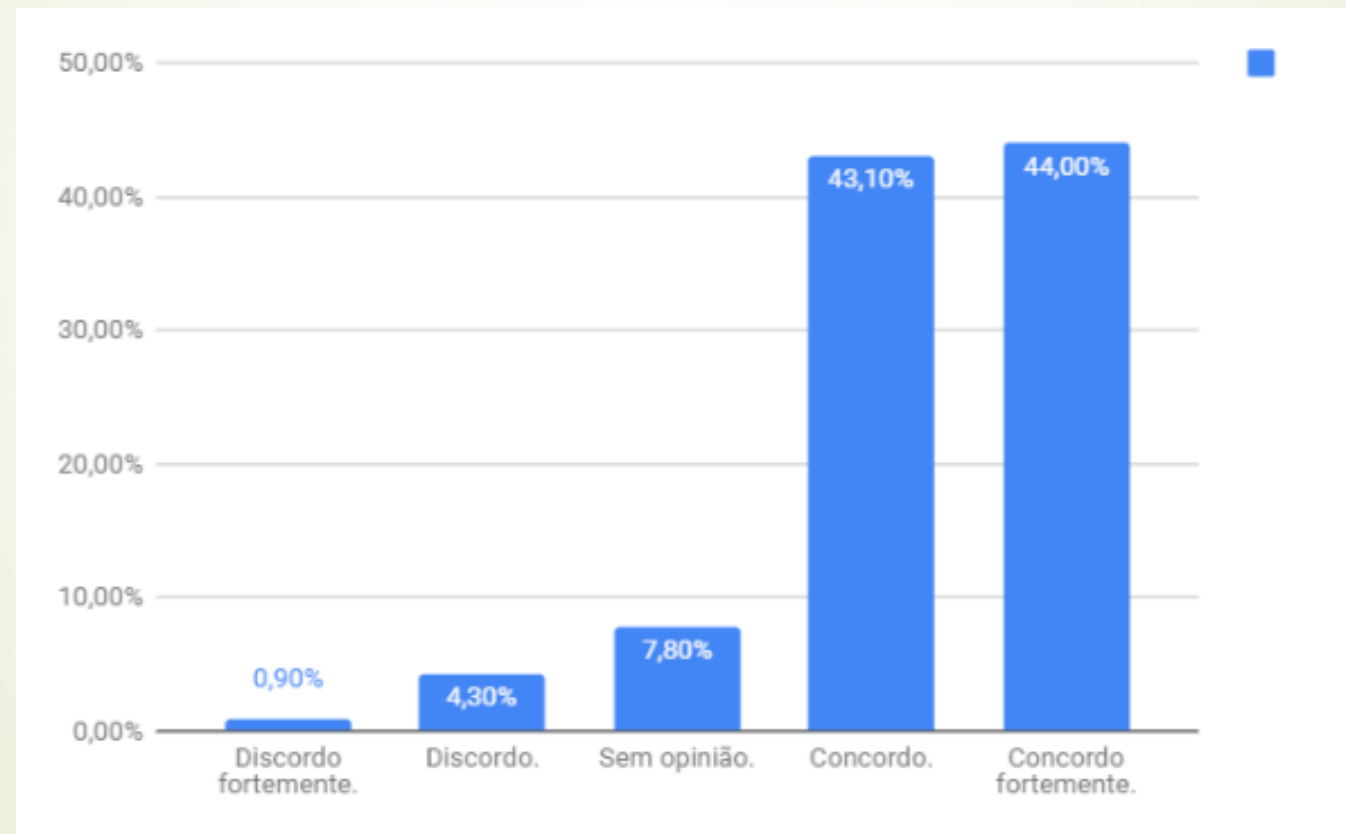
Resultados

- Das 11 turmas solicitadas a responder a ficha, 116 estudantes (30%) responderam.



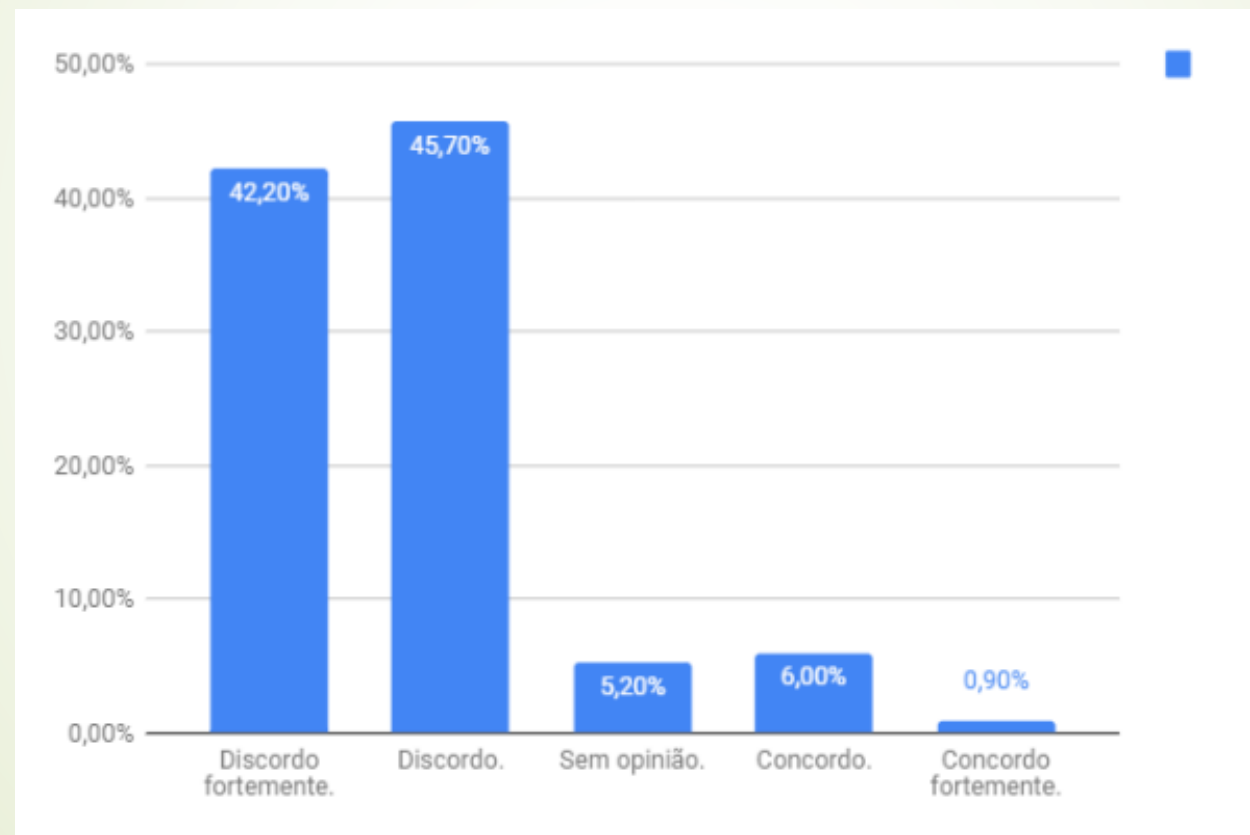
Resultados

- ▶ A atividade inicial com o motor de combustão interna fez o estudo da termodinâmica ter mais sentido para mim.



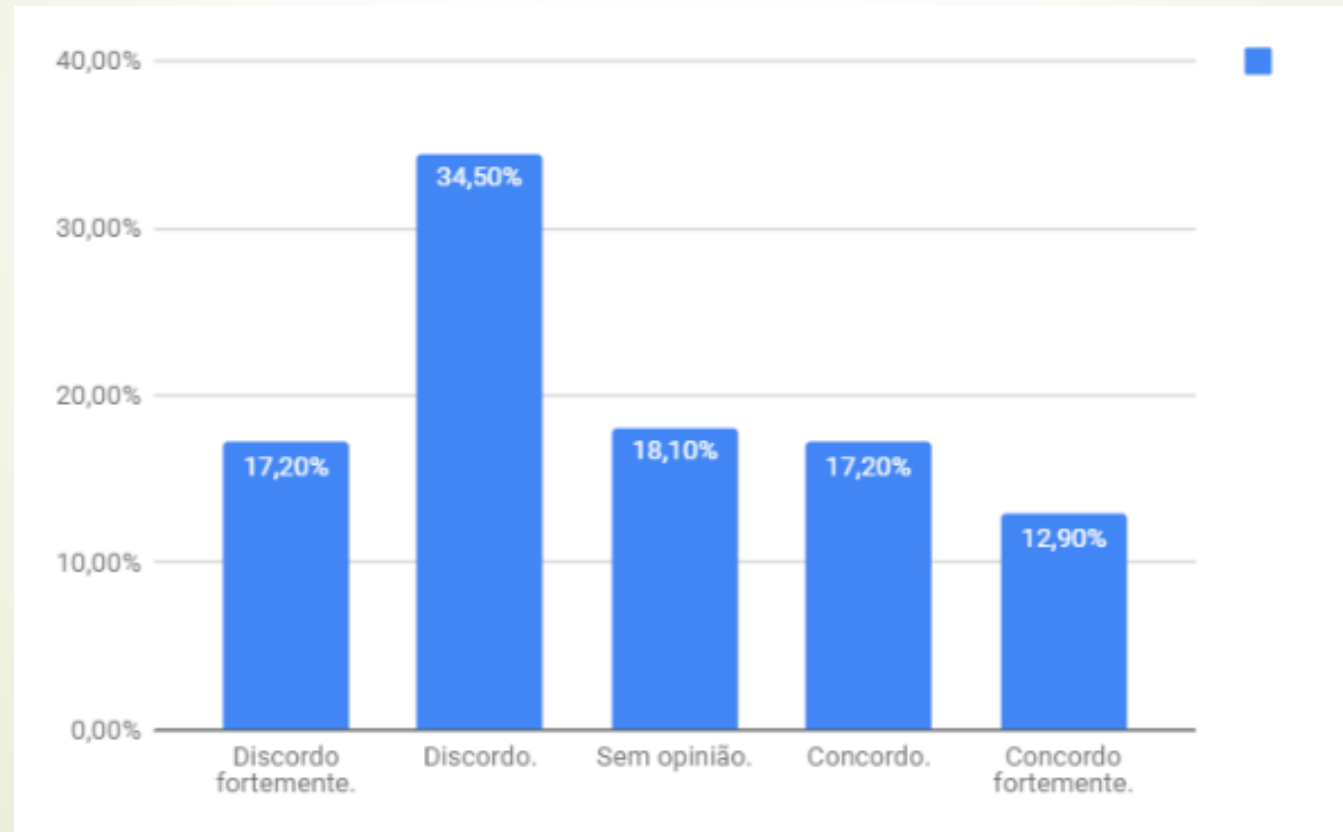
Resultados

- O motor de combustão interna é como uma 'caixa preta', pois pouco sei sobre sua estrutura e funcionamento.



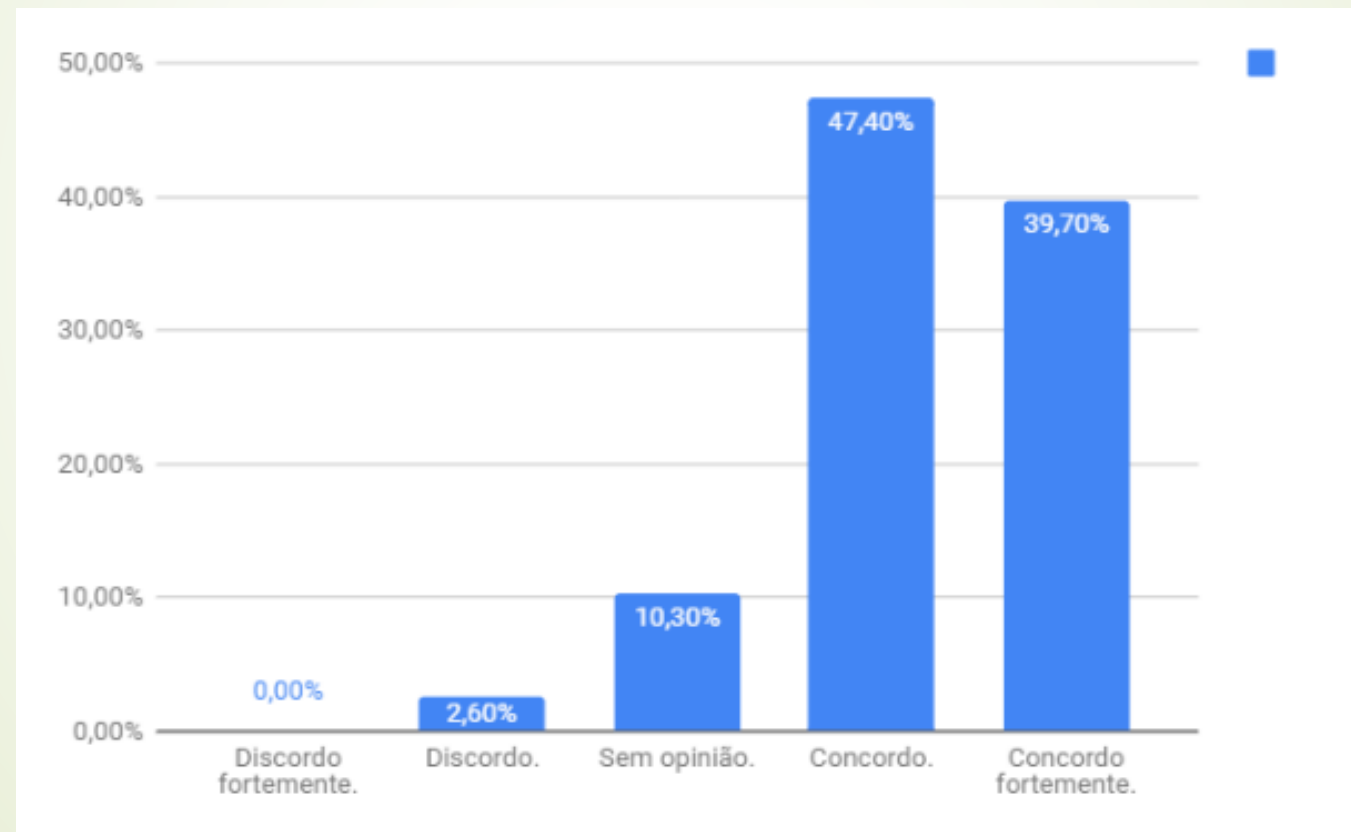
Resultados

- Ao contrário do que foi feito no curso de termodinâmica, prefiro começar um curso diretamente com os conceitos e, somente depois de aprender os conceitos, aplicá-los em situações envolvendo o cotidiano e a tecnologia.



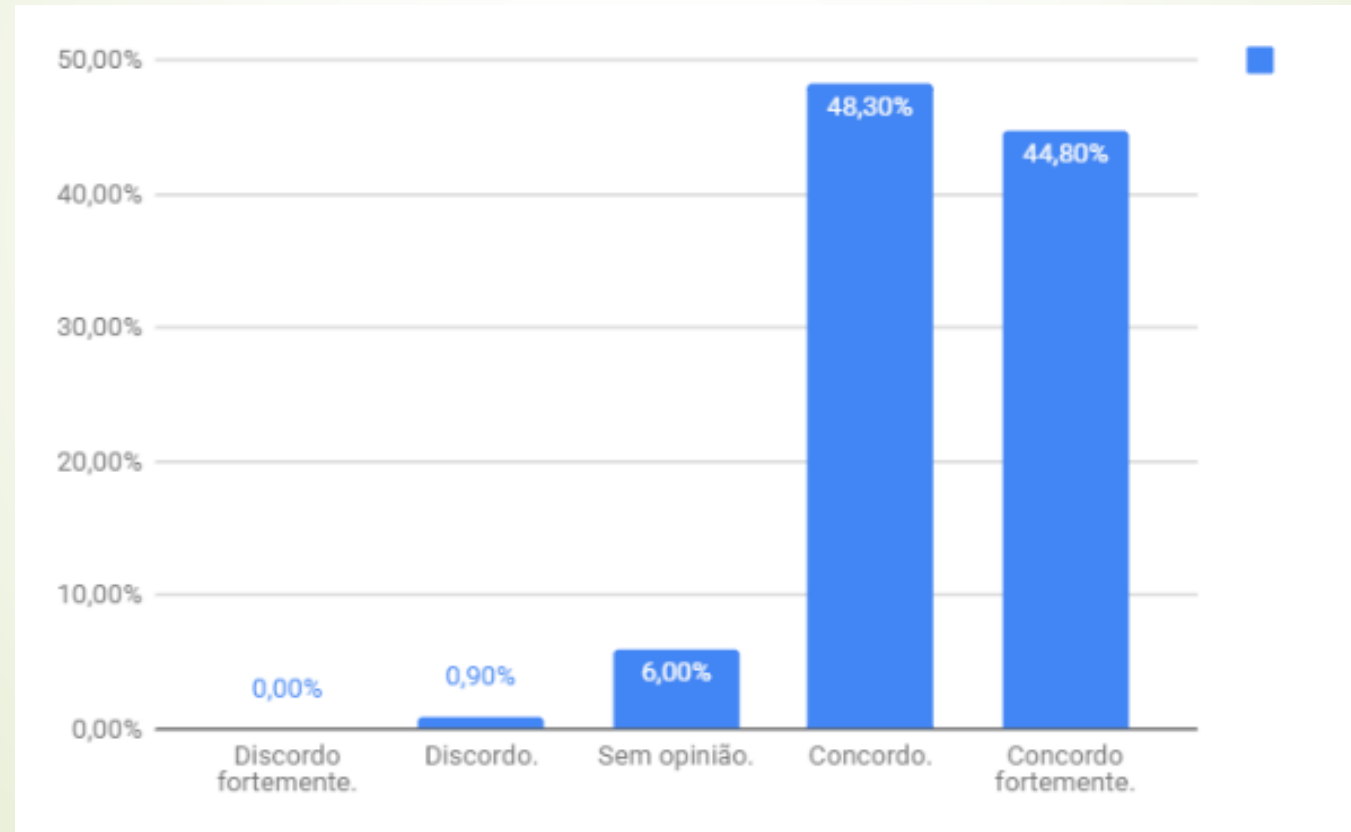
Resultados

- ▶ O curso de termodinâmica mostrou para mim relações significativas entre ciência, tecnologia e sociedade.



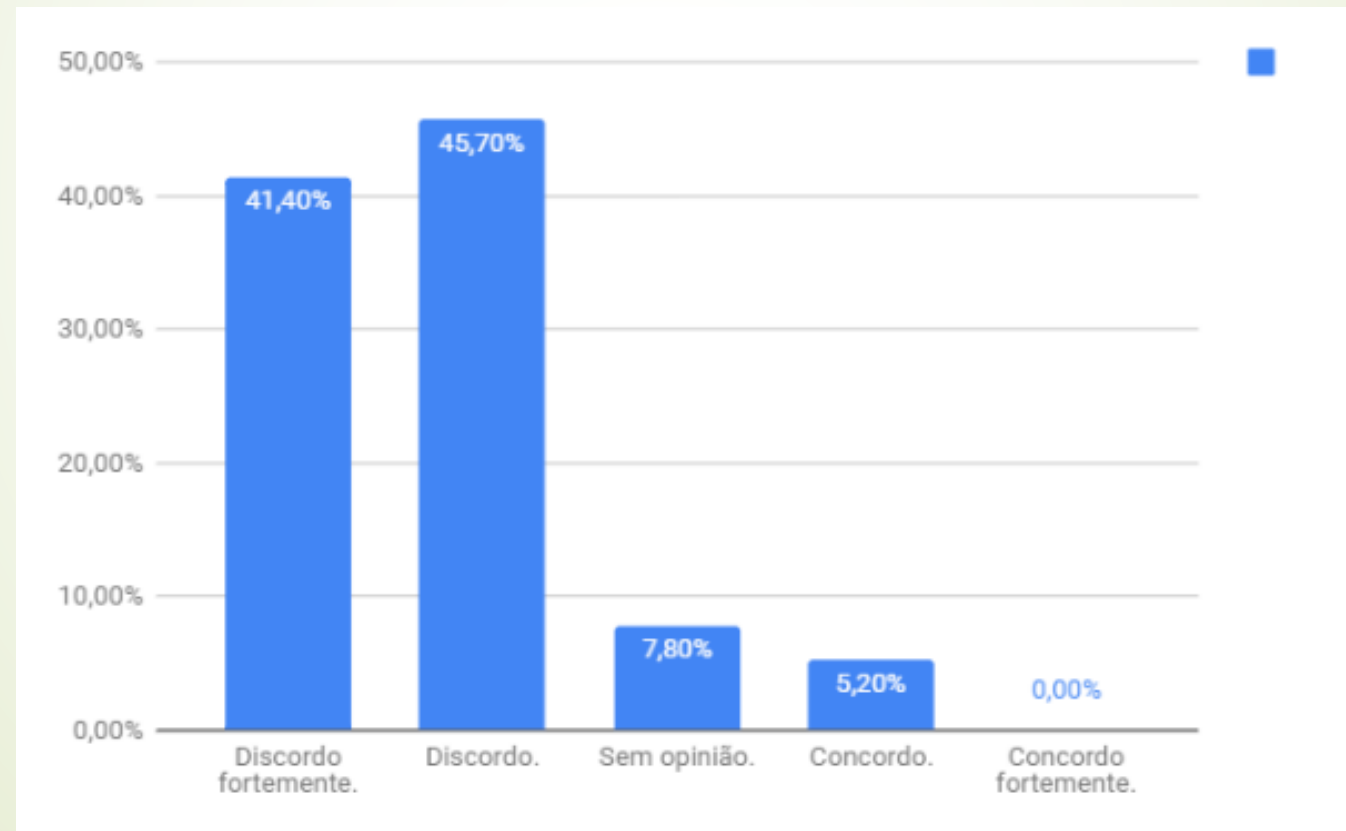
Resultados

- O curso de termodinâmica mostrou para mim que o que eu aprendo em Física pode me ajudar a compreender melhor o mundo natural e tecnológico, à minha volta.



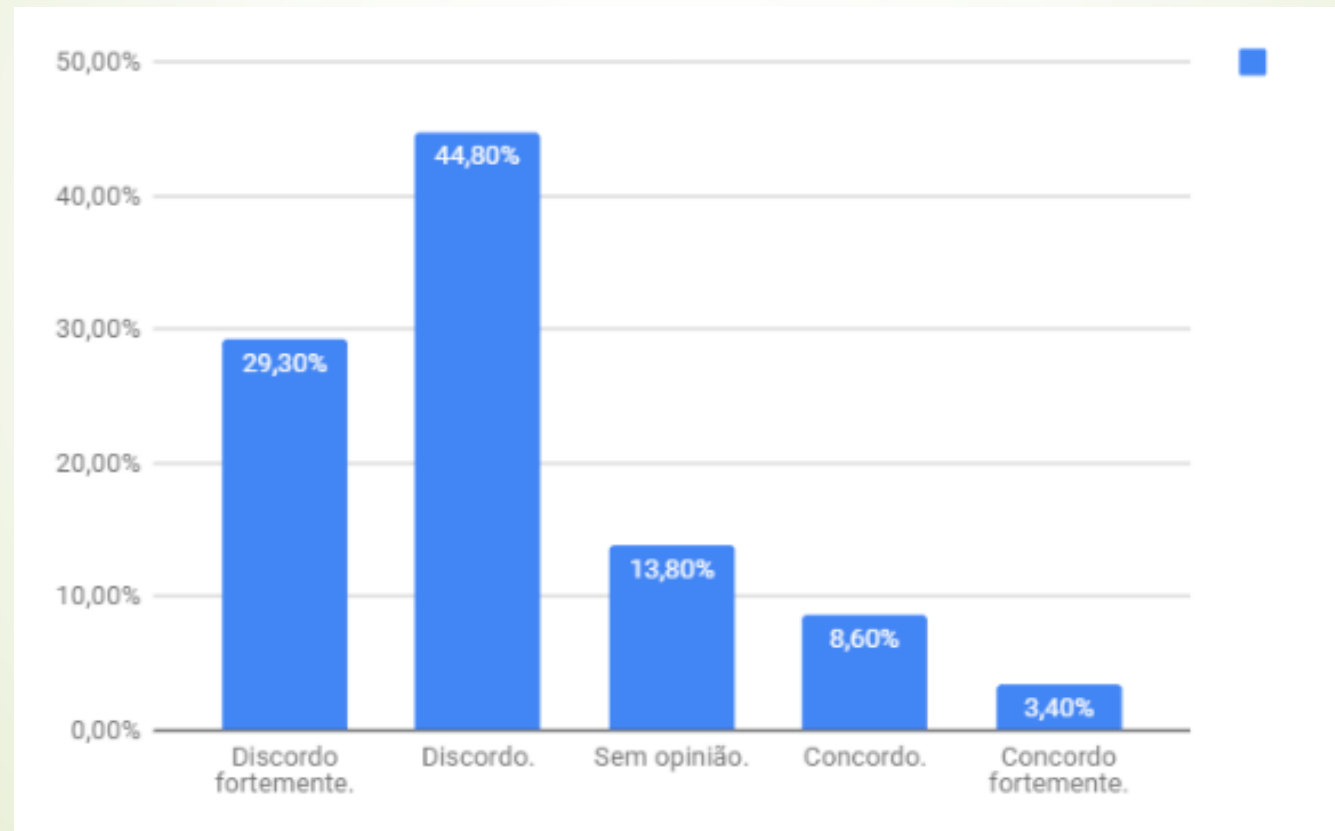
Resultados

- As relações estabelecidas, ao longo do curso, entre a estrutura e o funcionamento do motor de combustão e os conceitos de termodinâmica, fizeram pouco sentido para mim.



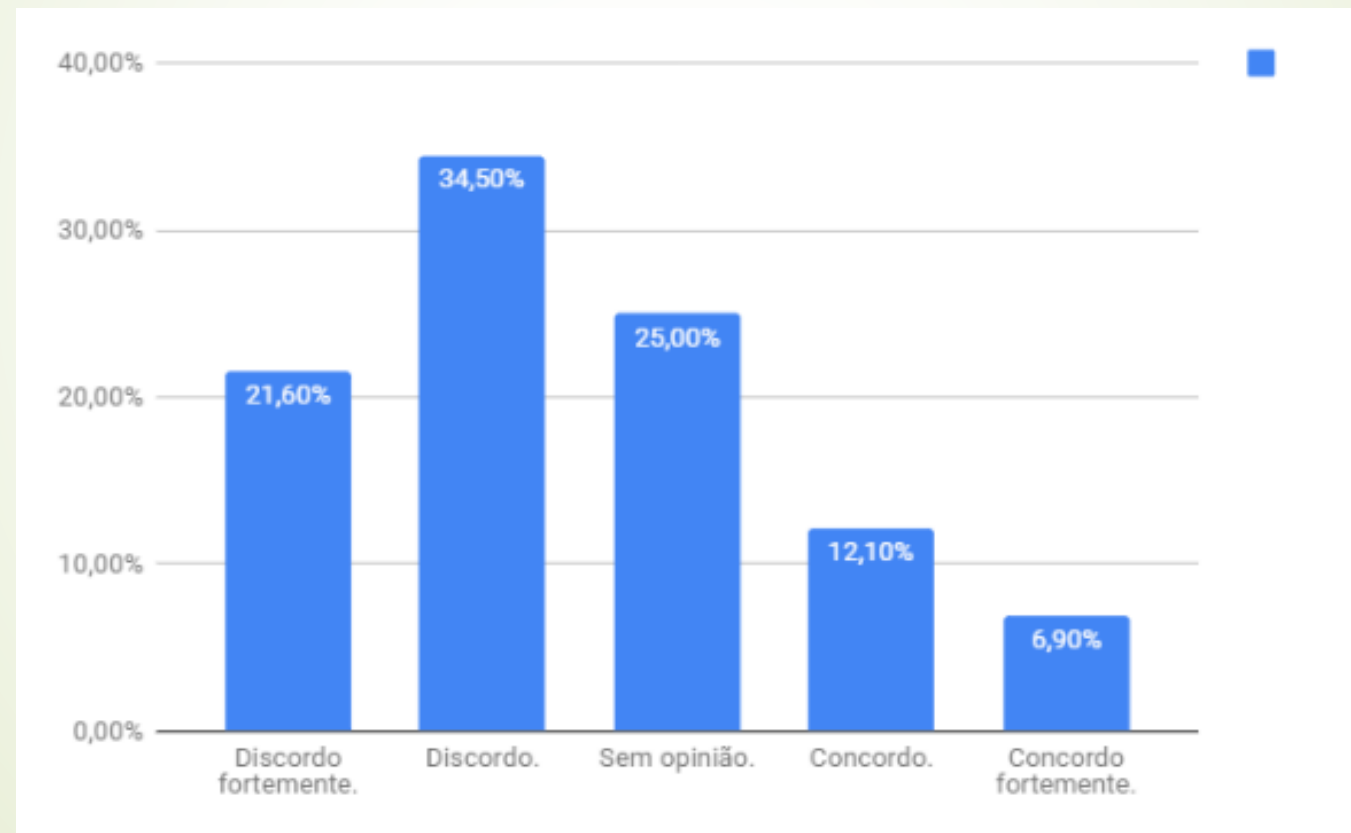
Resultados

- O curso de termodinâmica influenciou pouco minha visão sobre o uso do motor de combustão em nossa sociedade.



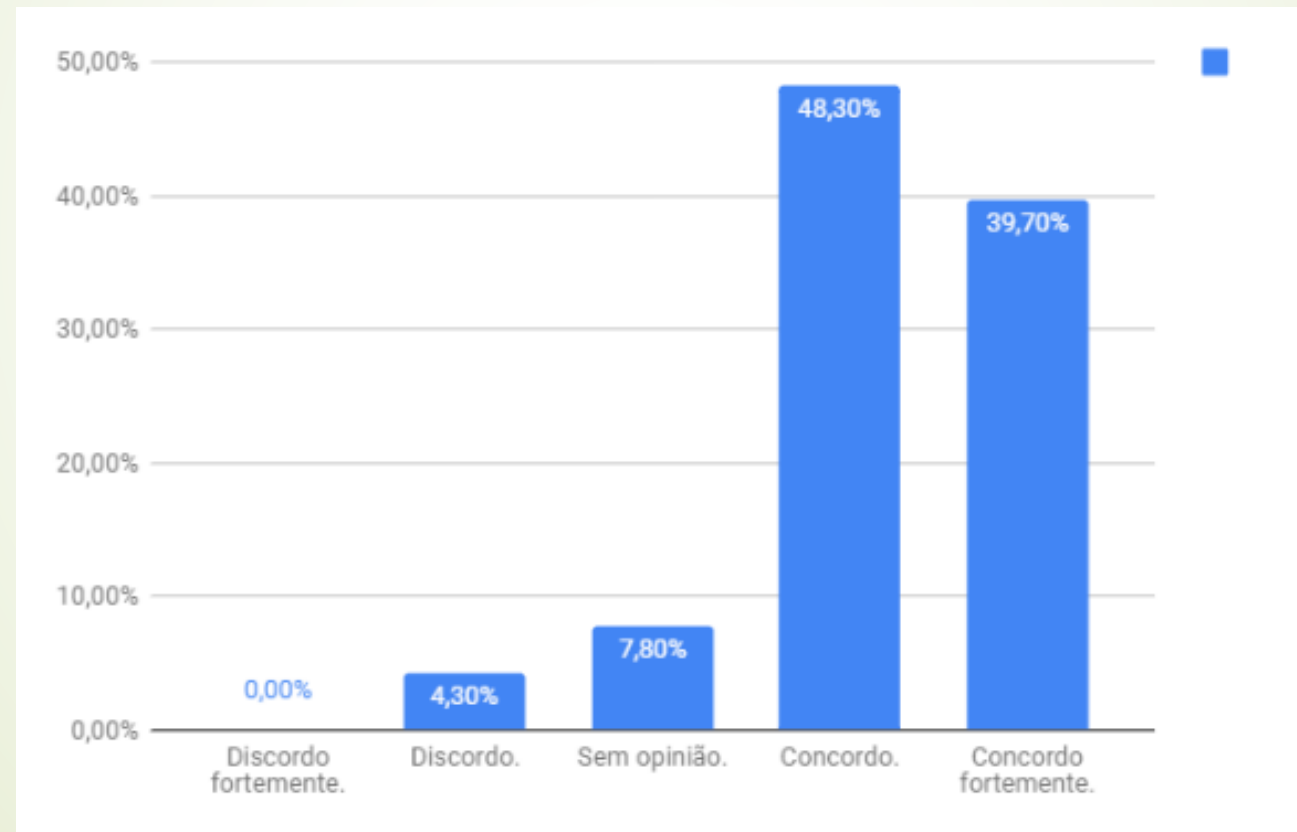
Resultados

- Preferia que o professor, para ensinar termodinâmica, tivesse adotado um livro com mais conteúdo, exercícios e melhor programação visual.



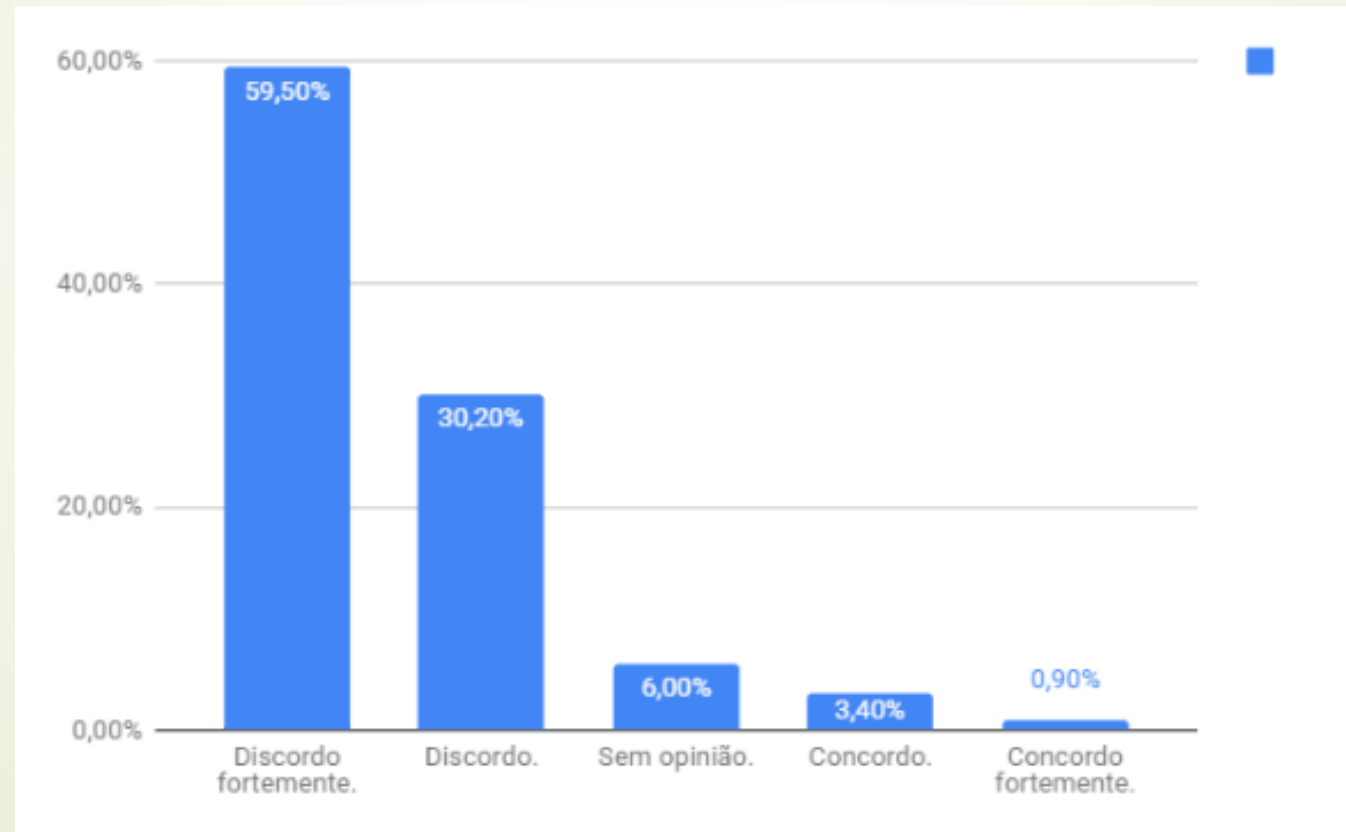
Resultados

- As aulas expositivas foram fundamentais para meu aprendizado de Termodinâmica.



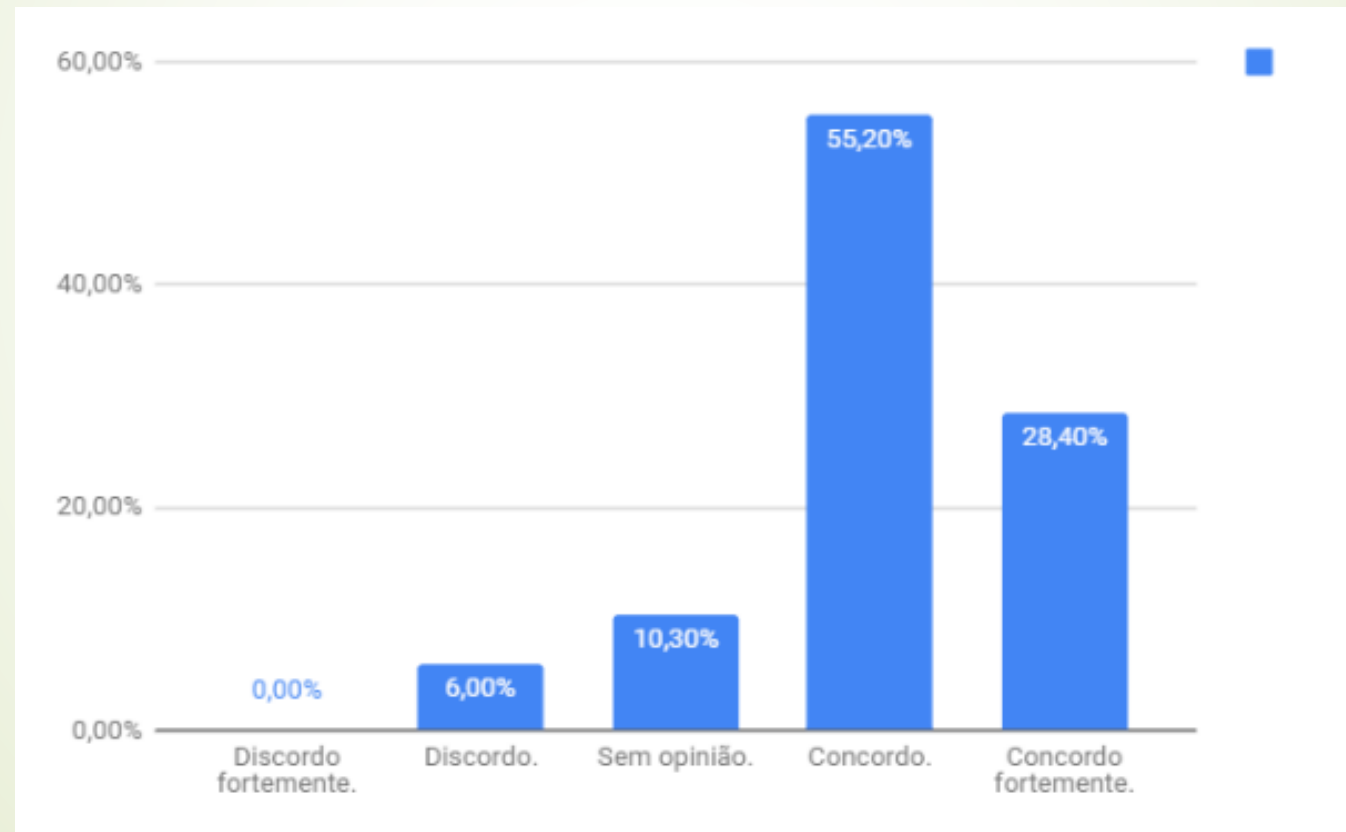
Resultados

- As atividades com experimentos, em sala, pouco influenciaram meu aprendizado de Termodinâmica.



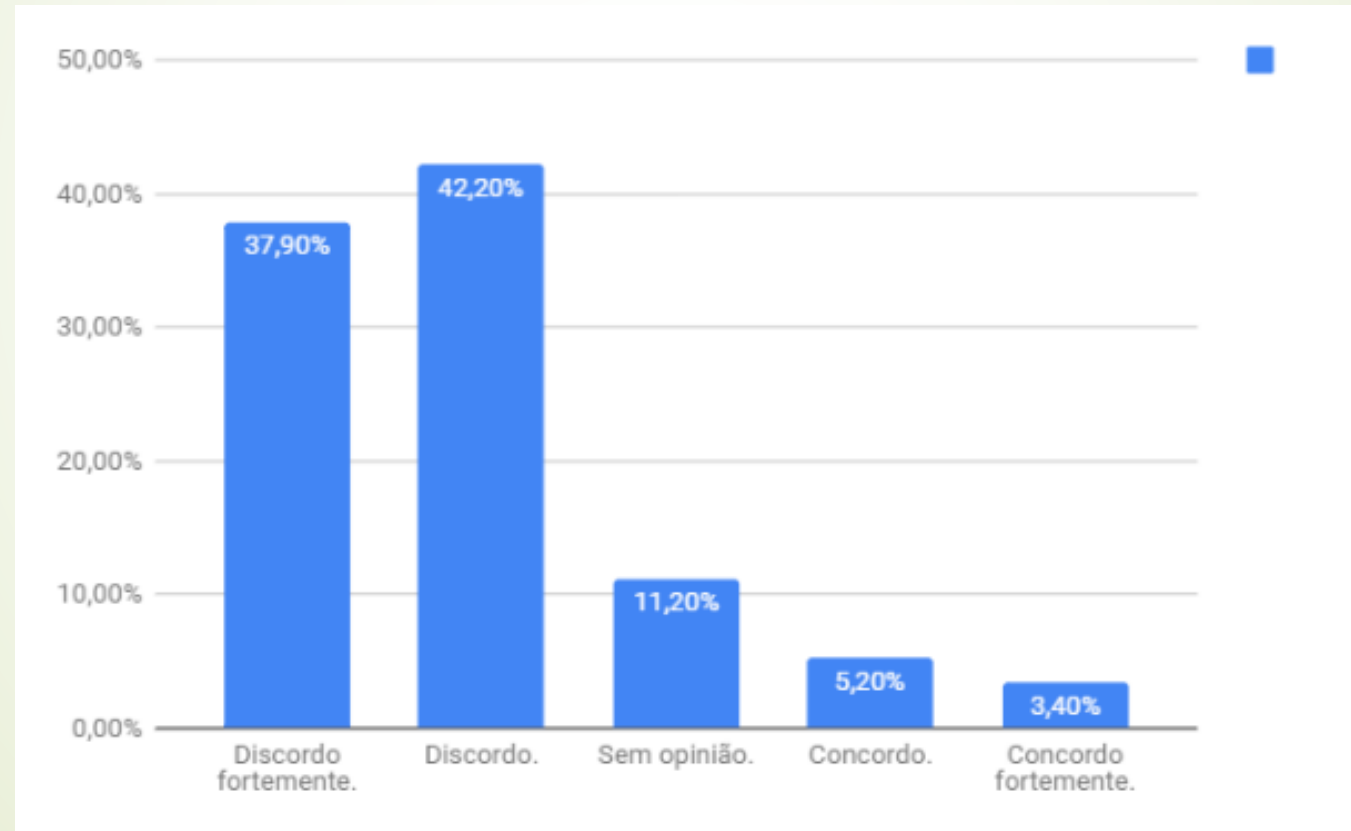
Resultados

- As atividades com vídeos, em sala e extraclasse, foram fundamentais para meu aprendizado de Termodinâmica.



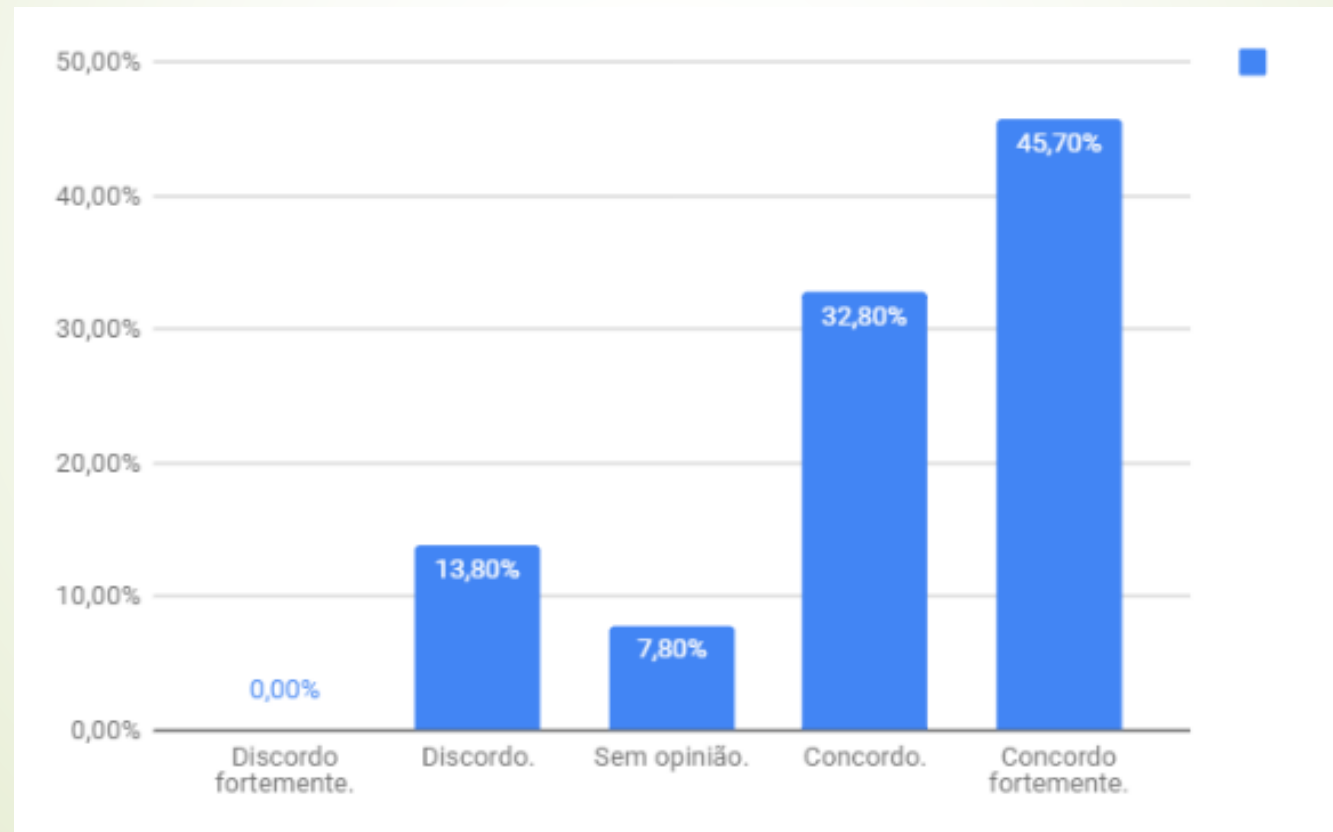
Resultados

- As atividades com simulações, em sala e extraclasse, pouco influenciaram meu aprendizado de Termodinâmica.



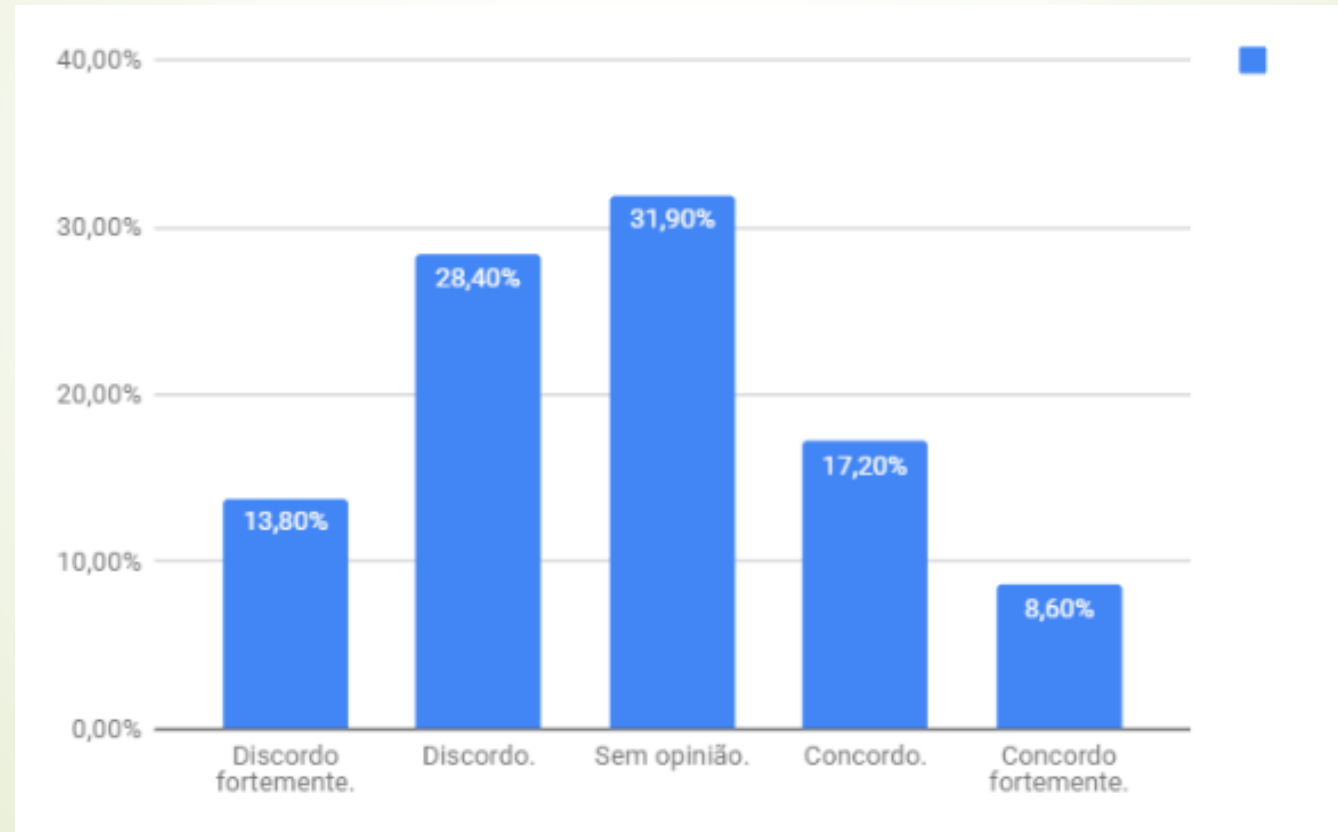
Resultados

- Um grande obstáculo para meu aprendizado de Termodinâmica foi a carga horária de aulas e a quantidade de atividades extraclasse semanais, do curso técnico como um todo.



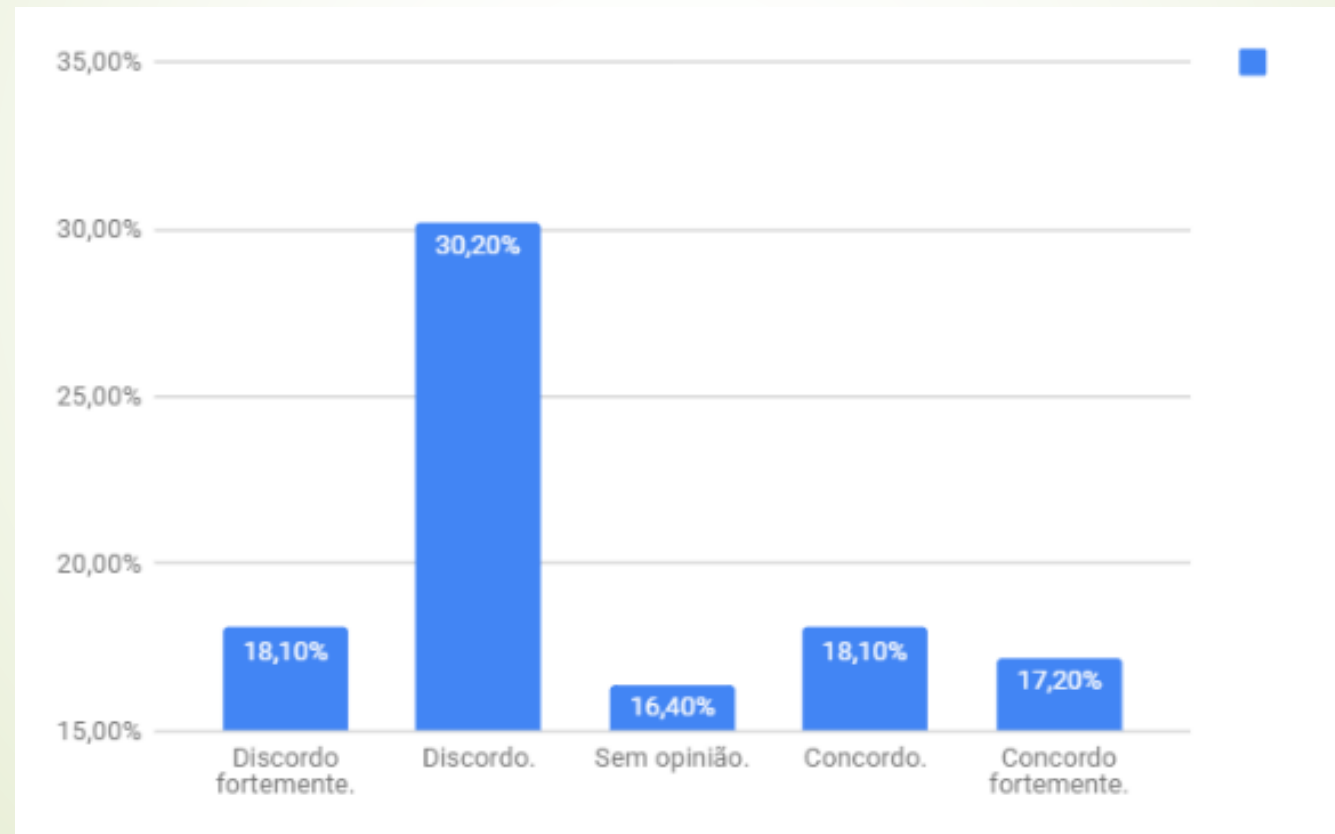
Resultados

- ▶ Videoaulas, produzidas por diferentes profissionais e disponíveis na internet, assistidas em casa, substituíram satisfatoriamente as aulas expositivas e o estudo do texto da apostila.



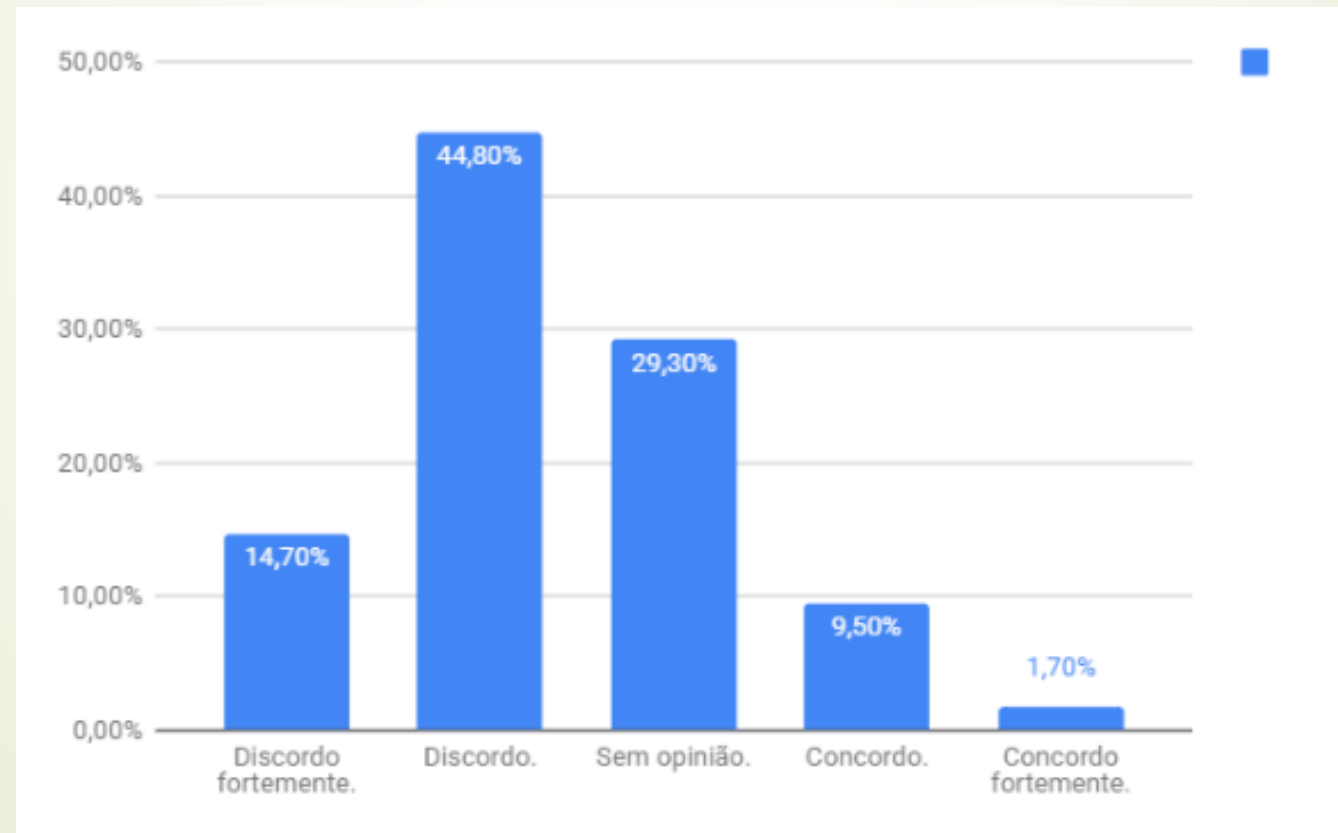
Resultados

- Se a distribuição de pontos de avaliação fosse toda centrada em atividades em classe e extraclasse, sem aplicação de provas, eu teria me dedicado mais ao curso.



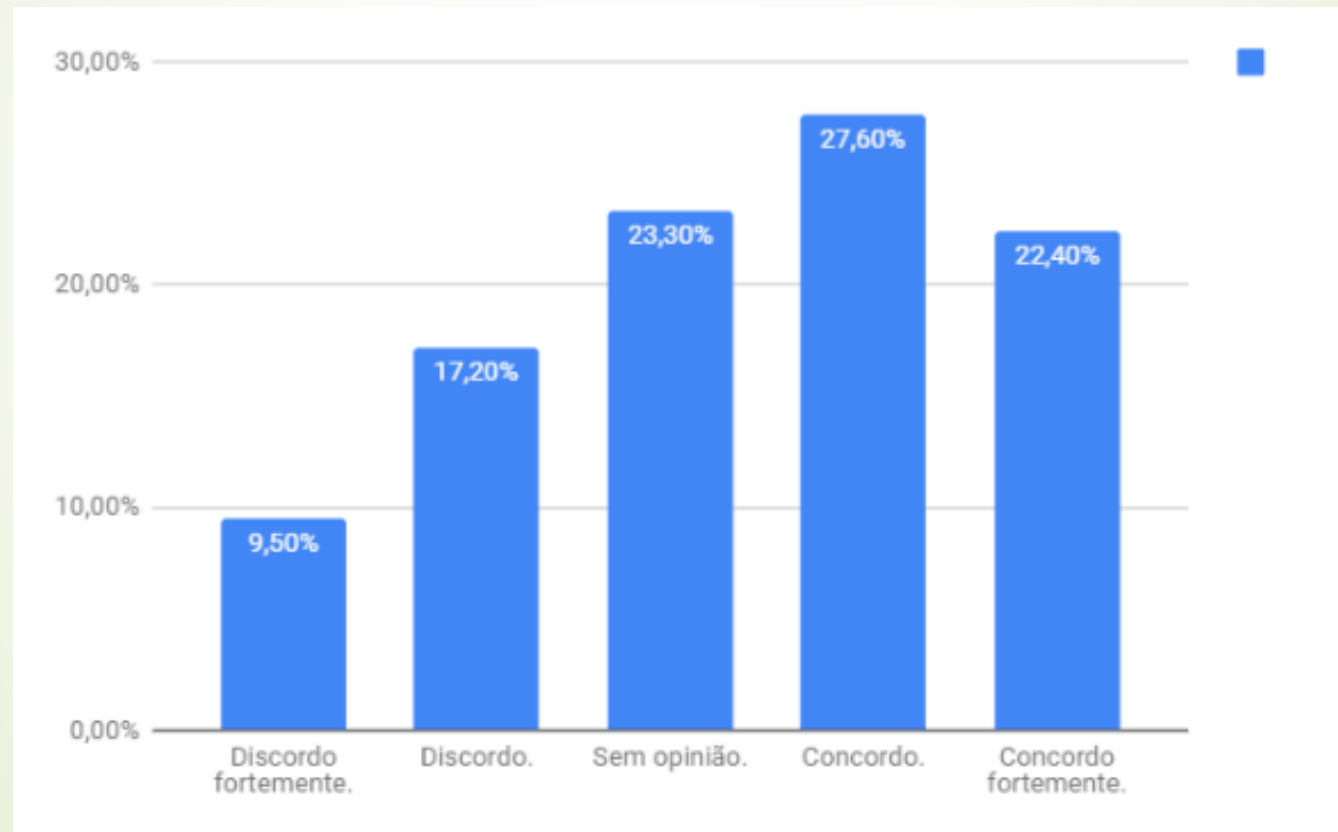
Resultados

- ▶ O fato de o curso de Termodinâmica ter sido centrado nas atividades propostas pelo professor, cabendo a mim apenas executá-las, foi um fator de desmotivação.



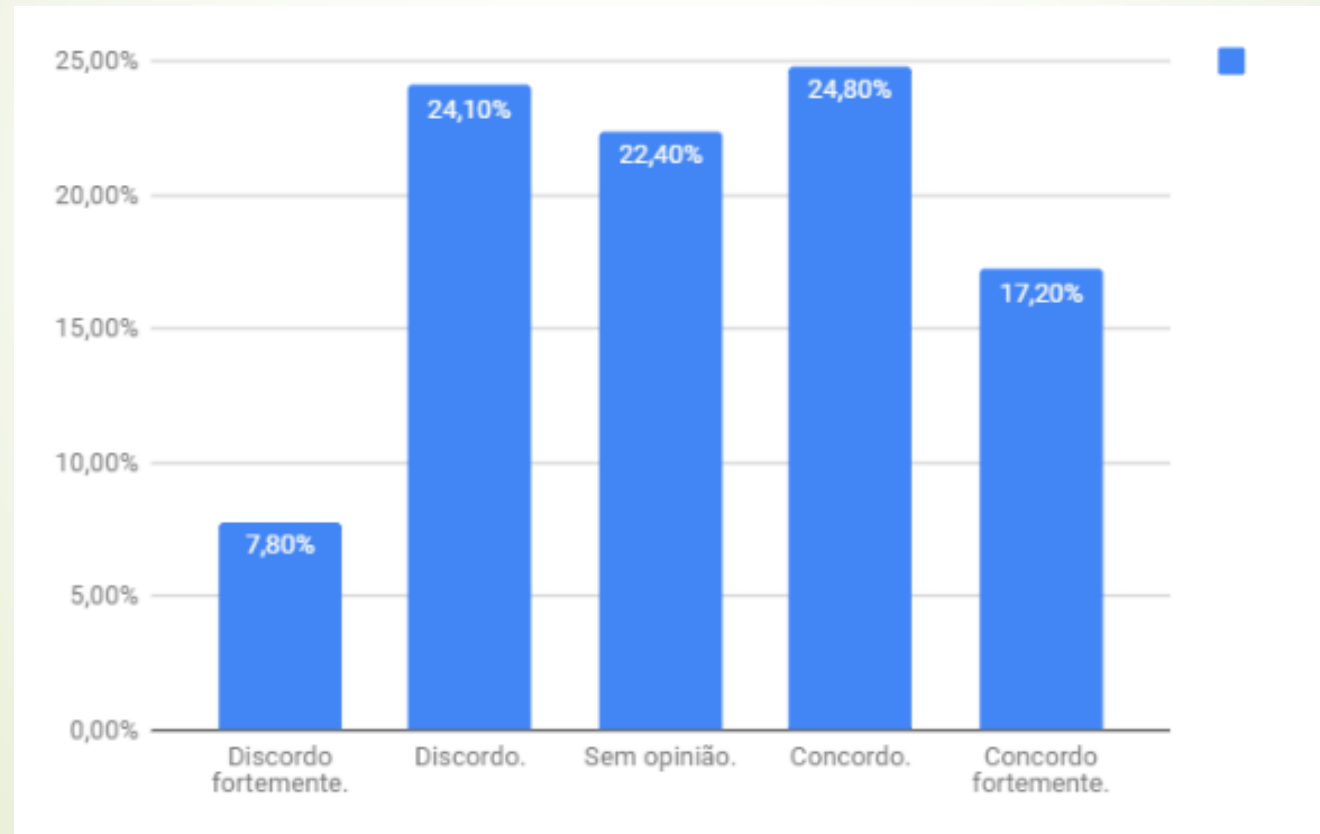
Resultados

- A atividade relativa à Audiência Pública sobre Mobilidade Urbana e Transporte Coletivo deu mais sentido aos conceitos de Termodinâmica.



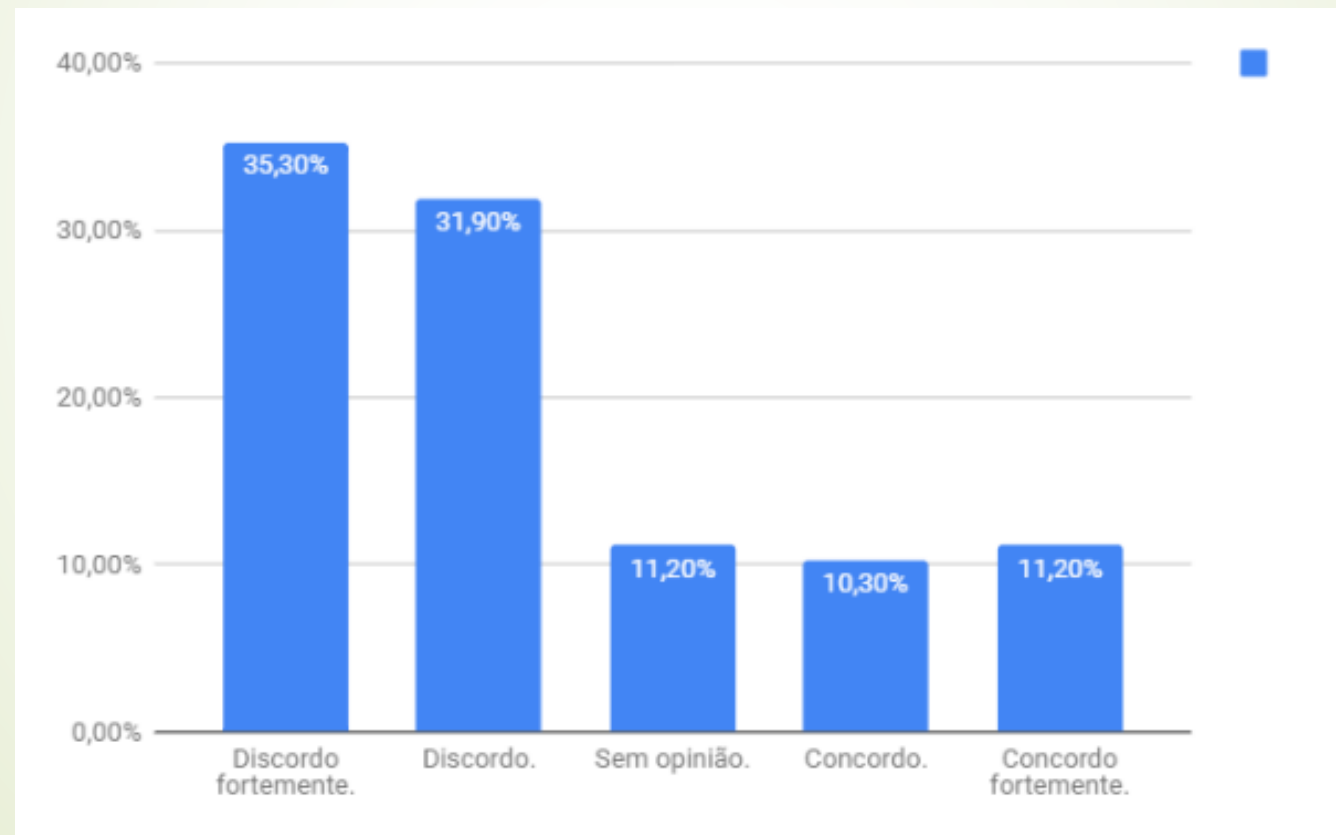
Resultados

- ▶ A atividade relativa à Audiência Pública sobre Mobilidade Urbana e Transporte Coletivo tem uma importância por si mesma, sendo indiferente o contexto criado a partir da Termodinâmica.



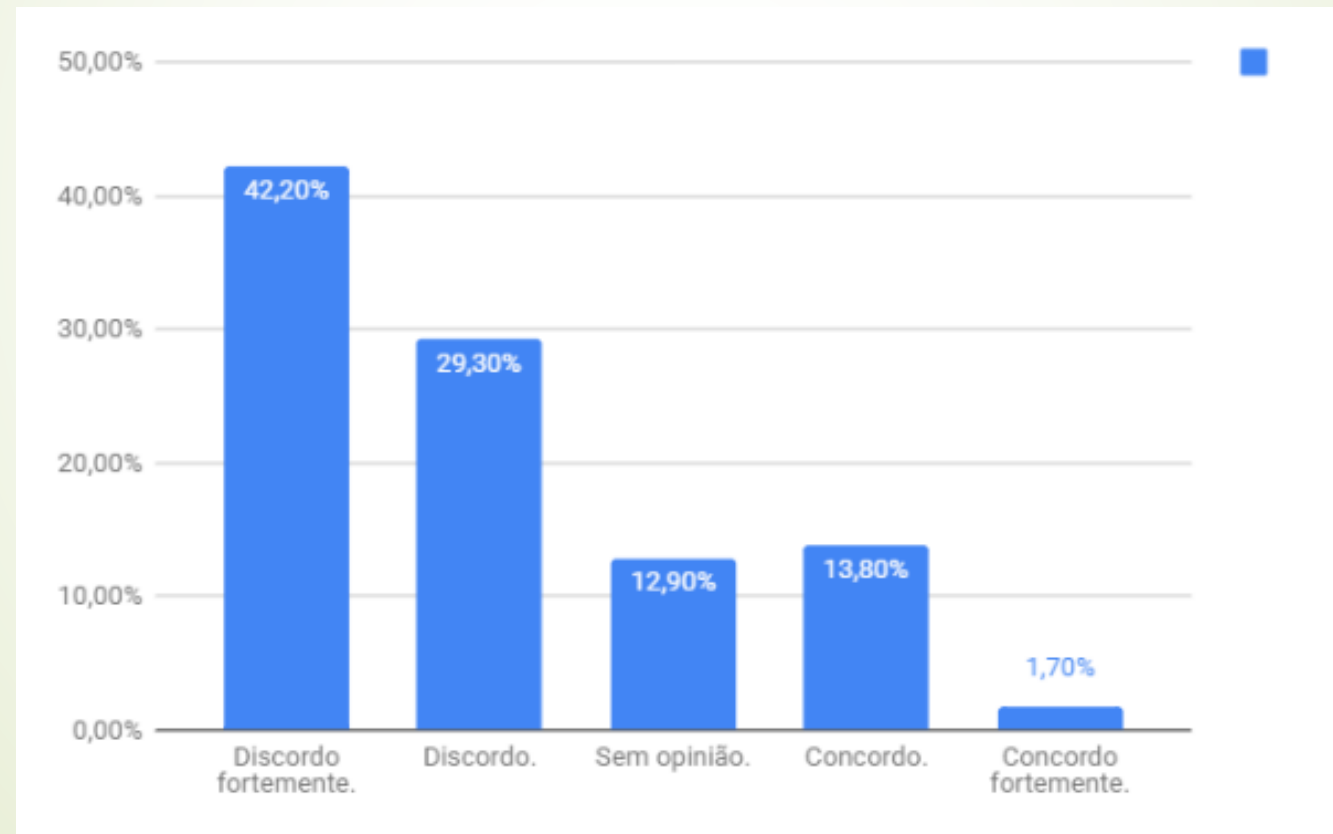
Resultados

- Em meio ao excesso de tarefas do curso como um todo, preferia ter feito mais uma prova do que a atividade relativa à Audiência Pública sobre Mobilidade Urbana e Transporte Coletivo.



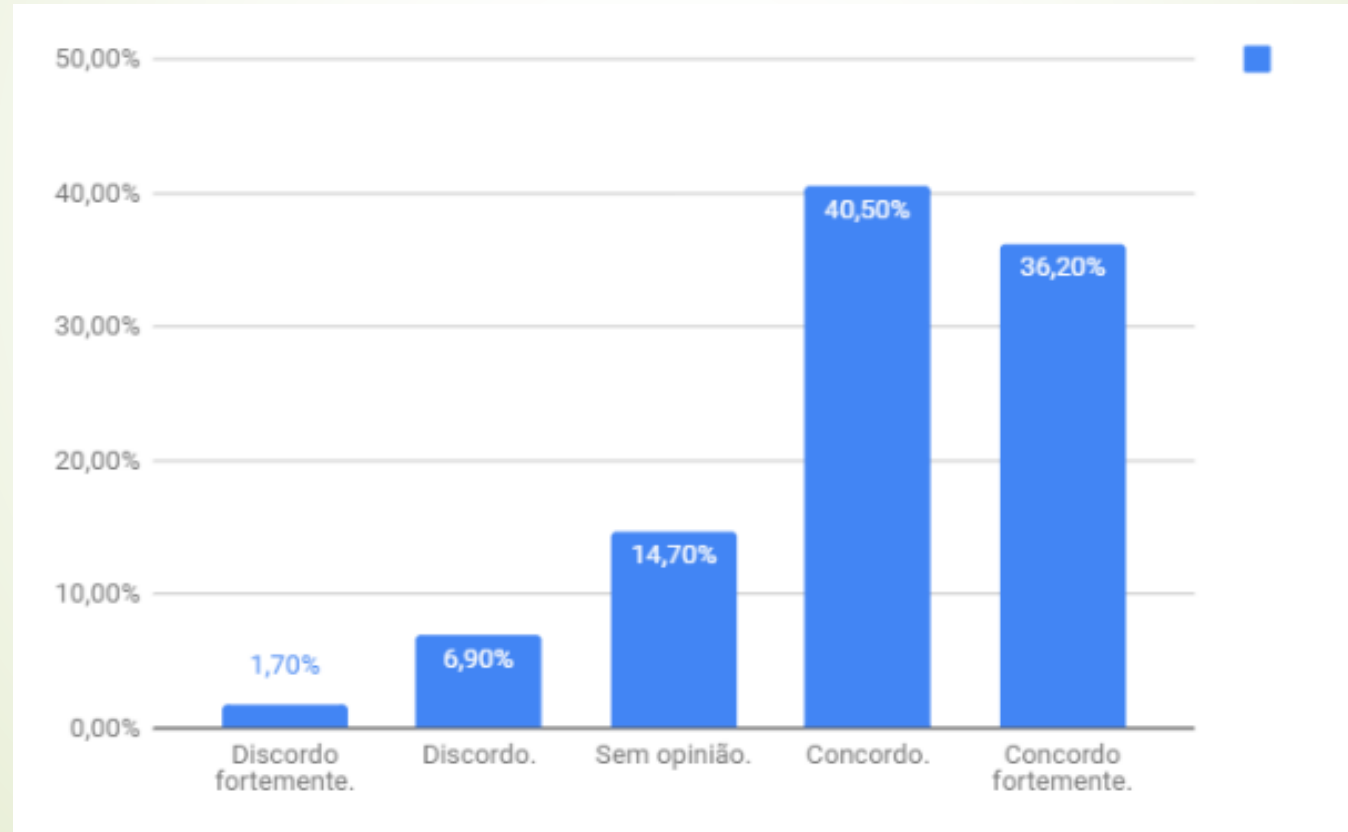
Resultados

- A atividade relativa à Audiência Pública sobre Mobilidade Urbana e Transporte Coletivo não cabe na disciplina Física, que deveria estar dedicada ao ensino de conceitos dessa área de conhecimento.



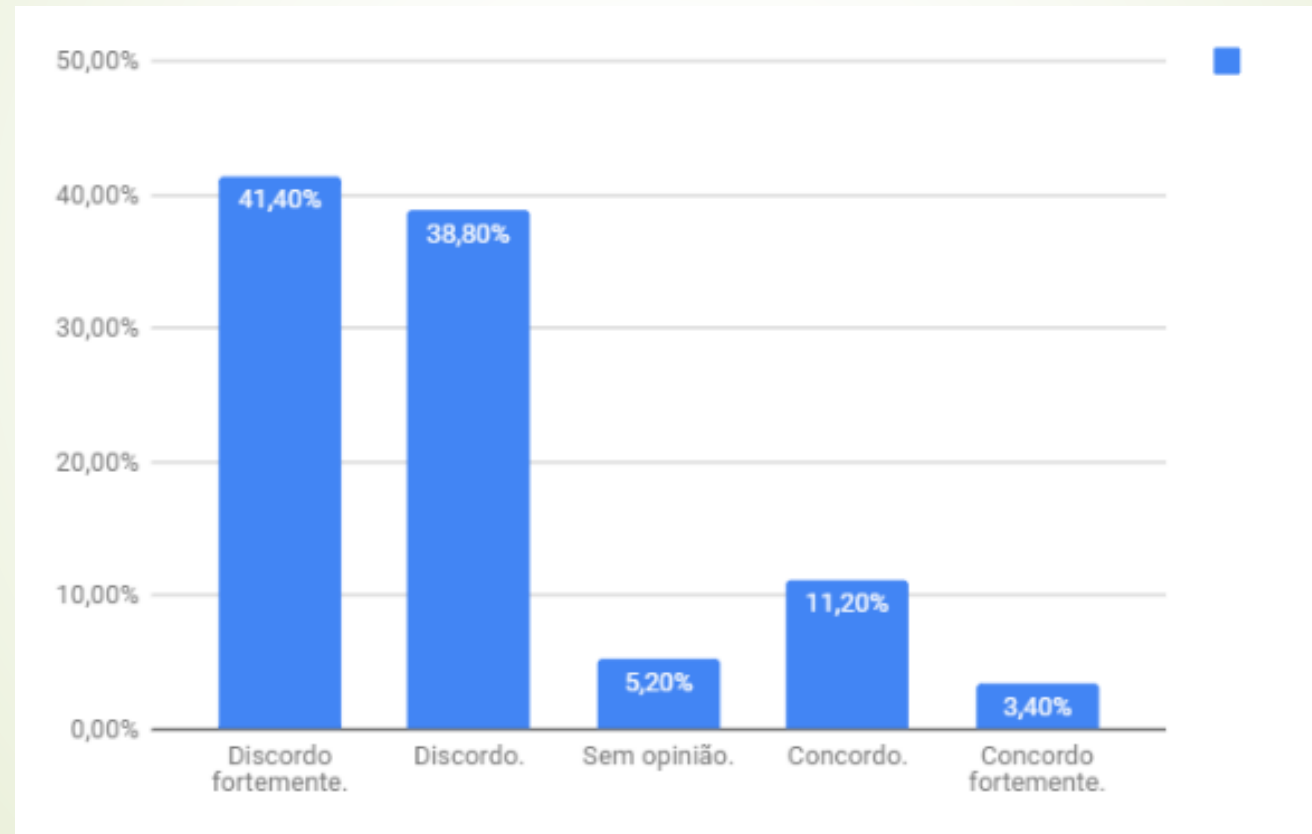
Resultados

- A atividade relativa à Audiência Pública sobre Mobilidade Urbana e Transporte Coletivo foi uma experiência significativa de participação na discussão de um problema que afeta o meu cotidiano.



Resultados

- ▶ A discussão feita no curso de Termodinâmica pouco acrescentou à minha visão sobre o tema 'mobilidade urbana e transporte coletivo'.





Conclusões

- ▶ Avaliação positiva da prática educativa e da apostila 'Motor de combustão como contexto para o ensino de Termodinâmica' para um número expressivo dos estudantes respondentes.
- ▶ A contextualização proposta a partir do motor de combustão interna proporcionou significação pelos estudantes aos conceitos de Termodinâmica, concretizando uma perspectiva de apresentar e discutir os conceitos científicos como instrumentos de compreensão da realidade.
- ▶ Problematização inicial muito bem avaliada pelos estudantes, possibilitou a proposição da atividade relacionada à Audiência Pública, cuja realização e participação foi bastante valorizada por eles.



Conclusões

- ▶ A organização do curso, a partir da problematização inicial e de seus desdobramentos, trouxe para os estudantes relações significativas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- ▶ O suporte buscado com a apostila, que possui uma organização distinta da maioria dos textos de Termodinâmica, foi alcançado. Os estudantes, em sua maioria, fizeram uma boa avaliação do material e reconheceram seu eixo de organização.
- ▶ O motor de combustão deixou de ser uma 'caixa preta' e os conceitos da Termodinâmica foram reconhecidos pelos estudantes como fundamentos científicos dessa tecnologia.



Conclusões

- ▶ Aspectos da cultura escolar são evidenciados nas respostas dos estudantes.
 - ▶ Para 48%, se a distribuição de pontos de avaliação fosse toda centrada em atividades em classe e extraclasse, sem aplicação de provas, a dedicação ao curso seria menor. A prova cumpre um papel importante de motivação para o engajamento nos estudos.
 - ▶ Para 78%, um grande obstáculo para o aprendizado de Termodinâmica foi a carga horária de aulas e a quantidade de atividades extraclasse semanais, do curso técnico como um todo.
 - ▶ A sobrecarga semanal de aulas e atividades faz com que os estudantes administrem o tempo de dedicação a cada disciplina de acordo com seu desempenho nas notas. Uma disciplina que não aplicasse provas seria preterida em função de outra com avaliação predominante por provas, no qual o estudante não estivesse com bom desempenho.



Conclusões

- ▶ Ainda sobre a cultura escolar:
 - ▶ Os estudantes também não reivindicam um maior protagonismo no desenvolvimento do currículo. Para 60%, o fato de o curso de Termodinâmica ter sido centrado nas atividades propostas pelo professor, cabendo a eles apenas executá-las, não foi um fator de desmotivação.
 - ▶ Chama atenção o dado de que, para 25%, videoaulas, produzidas por diferentes profissionais e disponíveis na internet, assistidas em casa, substituíram satisfatoriamente as aulas expositivas e o estudo do texto da apostila.
 - ▶ Consideramos o peso da videoaula expressivo, porque acreditamos que ela não substitui o necessário estudo dos textos e a participação nas aulas.



Conclusões

- ▶ A diversificação de ambientes de aprendizagem por meio de diferentes mediações foi muito bem avaliada.
 - ▶ 90% afirmaram que as atividades com experimentos, em sala, influenciaram positivamente seu aprendizado de Termodinâmica.
 - ▶ As atividades com vídeos, em sala e extraclasse, foram fundamentais para o aprendizado de Termodinâmica para 79% dos estudantes.
 - ▶ Para 80%, as atividades com simulações, em sala e extraclasse, também influenciaram positivamente o aprendizado de Termodinâmica.
 - ▶ Para 88%, as aulas expositivas foram fundamentais para o aprendizado de Termodinâmica.



Conclusões

- ▶ A atividade envolvendo a Audiência Pública foi bastante valorizada.
 - ▶ Em meio ao excesso de tarefas do curso como um todo, apenas 22% preferiram ter feito mais uma prova do que a referida atividade; 62% preferiram a realização da Audiência;
 - ▶ 50% afirmaram que essa atividade deu mais sentido aos conceitos de Termodinâmica, embora, quanto a essa afirmação, 23% não opinaram.
 - ▶ Para 72%, essa atividade tem seu lugar na disciplina Física.
 - ▶ 77% afirmaram que foi uma experiência significativa participar da discussão de um problema que afeta o nosso cotidiano.



Conclusões



- ▶ Ainda que 72% reconheceram o lugar da atividade relativa à Audiência, no contexto da disciplina, 42% entenderam que ela tem uma importância por si mesma, sendo indiferente o contexto criado a partir da Termodinâmica; 32% discordaram e 22% não opinaram.
- ▶ Ainda que a pertinência de realizar a atividade, no contexto da Termodinâmica e da disciplina Física, não seja apontada de forma inequívoca pelos estudantes, a importância de sua realização fica evidenciada quando 80% discordaram da afirmação de que a discussão feita no curso de Termodinâmica pouco acrescentou à visão sobre o tema 'mobilidade urbana e transporte coletivo'.
- ▶ Esses dados parecem indicar a amplitude e pertinência do problema da mobilidade urbana, para além do contexto conferido pela disciplina.



Uma síntese (1)

- ▶ A problematização contextualiza o ensino da Termodinâmica, a partir do levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre a conversão de energia no motor. As demais questões questionam a opção pelo transporte individual do ponto de vista da eficiência energética e da emissão de gases estufa por pessoa, por quilômetro.
- ▶ O baixo rendimento do motor de combustão, o limite expresso pela 2ª lei da termodinâmica e a degradação da energia contextualizam o problema da mobilidade urbana e o questionamento de um modelo de mobilidade centrado no carro particular.
- ▶ Ao final, centrado em uma discussão conceitual, decorrente da 2ª lei da Termodinâmica e da degradação da energia, retorna-se ao problema da mobilidade, para se discutir a importância do transporte coletivo como bem público.



Uma síntese (2)

- ▶ Possivelmente, esse movimento da elaboração conceitual para uma ênfase na discussão de políticas públicas, com seu campo próprio de construção e contradições, se distancia da Termodinâmica, ganhando uma autonomia tal, que a dimensão conceitual da Física se torna menos importante.
- ▶ Isso seria um problema?
 - ▶ Acreditamos que não, pois aconteceu a resignificação do problema da mobilidade à luz da Termodinâmica. Depois o problema ganha sua autonomia ultrapassando os limites desse domínio de conceitos, ampliando-se para uma discussão social e política, mais ampla e mais complexa. Acreditamos que isso seja muito bom e sinaliza uma expansão do sistema de atividade configurado pelo curso de Termodinâmica.



Referências bibliográficas

- ▶ AULER, D. et al. Transporte particular x transporte coletivo: intervenção curricular pautada por interações entre ciência-tecnologia-sociedade. In: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, NÚMERO EXTRA. VII CONGRESO, 2005.
- ▶ ALVARENGA, B. A.; MÁXIMO, A. R. **Física**: Ensino Médio. São Paulo: Scipione, 2006. v. 2.
- ▶ CAMMILO, J.; MATTOS, C. Educação em ciências e a teoria da atividade cultural-histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.16, n. 01, p. 211-230, 2014.



Referências bibliográficas

- ▶ COLE, M.; ENGSTRÖM, Y. A cultural-historical approach to distributed cognition. In: SALOMON, G. (Ed.) **Distributed Cognition**. Cambridge: University Press, 1997, p. 1-46.
- ▶ DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 24, n. 62, 2004.
- ▶ EMBRAPA. Mitigação das emissões de gases na substituição do diesel ou gasolina convencional por bioetanol da cana. **AgroAnalysis**. Revista de Agronegócios da FGV. Abr. 2009. Disponível em: <<http://www.agroanalysis.com.br/especiais/detalhe.php?idEspecial=41&ordem=5>> Acesso em 17 de março de 2014.



Referências bibliográficas

- ▶ ENGSTRÖM, Y. **Learning by expanding**: an activity-theoretical approach to development research. Helsinki: Orienta-konsultit, 1987.
- ▶ _____. Activity theory and individual and social transformation. In: ENGSTRÖM, Y; MIETTINEN, R; PUNAMÄKI, R-L (Org.). **Perspectives on activity theory**. New York: Cambridge University Press, 1999.
- ▶ FERREIRA, L. A. G. **Abordagem temática na EJA**: sentidos atribuídos pelos educandos a sua educação científica. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- ▶ GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. Óptica, Ondas e Termodinâmica. São Paulo: Ática, 2013.

Referências bibliográficas

- ▶ GREF (Grupo de Reelaboração de Ensino de Física). **Física 2: Física térmica/Optica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1991.
- ▶ _____. **Leituras de Física**. Física Térmica. 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termodinamica.htm>>. Acesso em: 13 de setembro de 2019.
- ▶ LAIGNIER, A. C. V. O. **Percursos (des)motivacionais na educação profissional técnica de nível médio**: um estudo com estudantes concluintes do curso de Mecânica. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- ▶ LAIGNIER, A. C. V. O.; MOREIRA, A. F.; COUTO, H. P.; MELK, A. Tensões constitutivas de um curso técnico, compreendido como um sistema de atividade. In: JORNADA IBERO-AMERICANA DE PESQUISAS EM POLÍTICAS EDUCACIONAIS E EXPERIÊNCIAS INTERDISCIPLINARES NA EDUCAÇÃO, 2016, Brasília. **Anais...** Brasília: Grupo Nova Paideia, 2016. p. 413-419.



Referências bibliográficas

- ▶ LEONTIEV, A. N. **Activity, consciousness and personality**. [S.l.: s.n.], 1978.
- ▶ _____. The problem of activity in psychology. In: WERTSCH, J. V. (Ed.). **The concept of activity in soviet psychology**. New York: M. E. Sharpe Inc., 1981. p.37-71.
- ▶ LISBOA, D. P. **Análise de prática educativa configurada por uma metodologia de projetos**: diálogo entre a teoria de atividade e a teoria ator rede. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- ▶ MOREIRA, A. F.; PEDROSA, J. G.; PONTELO, I. O conceito de atividade e suas possibilidades na interpretação de práticas educativas. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.13-29, 2011.

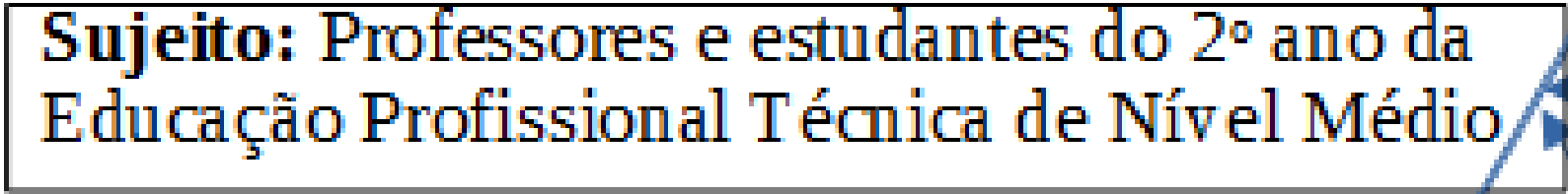


Referências bibliográficas

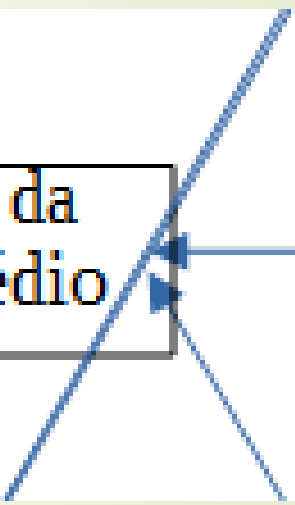
- ▶ PONTELO, I. **Sistemas automáticos de aquisição e tratamento de dados em atividades práticas de Física**: um estudo de dois casos na Iniciação Científica Júnior. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- ▶ VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4.ed. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. Revisão técnica de José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- ▶ _____ **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7.ed. Tradução de José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ▶ WERSTCH, J. **Mind as action**. New York: Oxford University Press, 1998.



Sujeito (1)

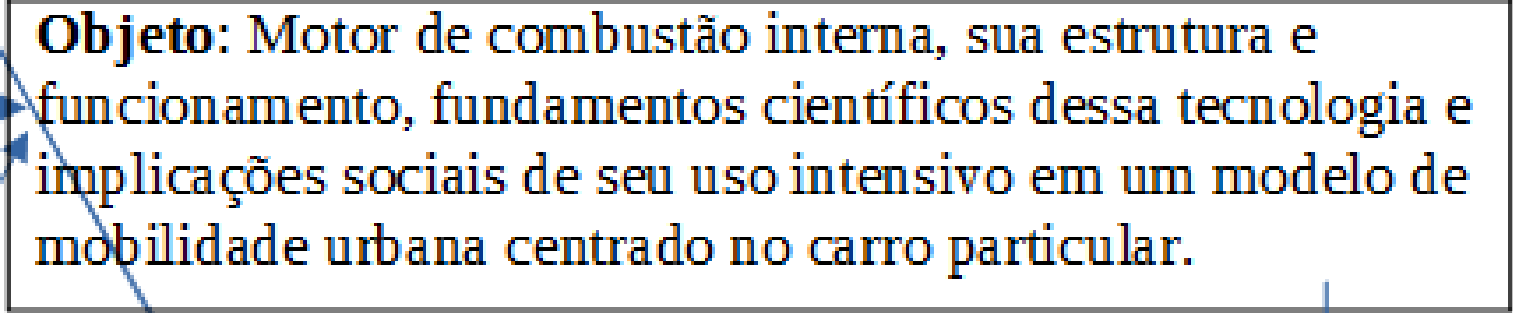
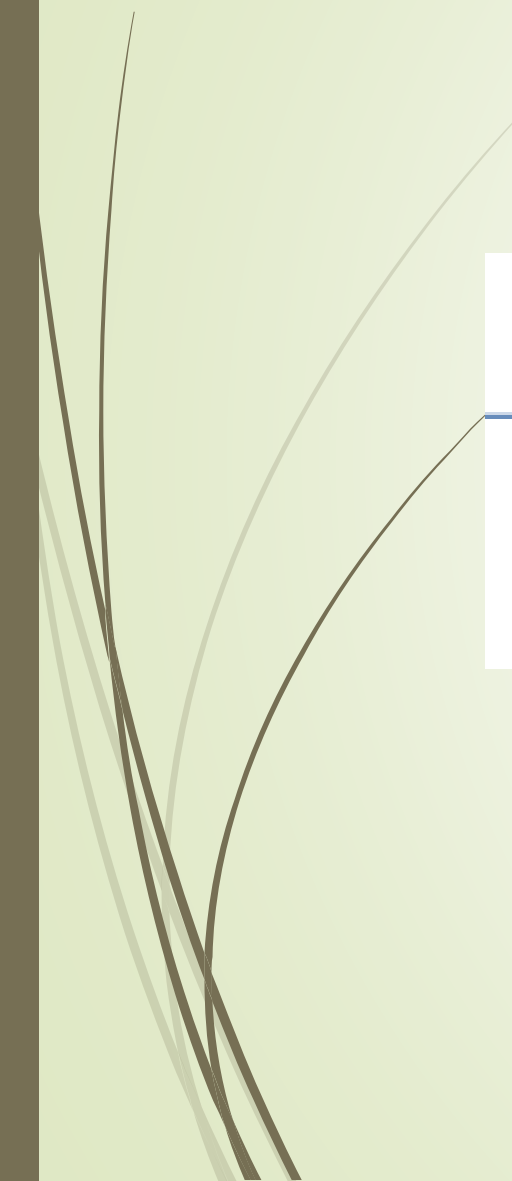


Sujeito: Professores e estudantes do 2º ano da
Educação Profissional Técnica de Nível Médio






Objeto (2)



Objeto: Motor de combustão interna, sua estrutura e funcionamento, fundamentos científicos dessa tecnologia e implicações sociais de seu uso intensivo em um modelo de mobilidade urbana centrado no carro particular.




Resultado (3)



Resultado: Aprendizado de conteúdos da Termodinâmica e proposição de uma ação de intervenção coletiva no problema da mobilidade urbana e transporte coletivo.



Comunidade (4)

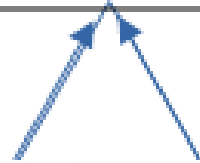


Comunidade:

Diretoria de Unidade,
Coordenação de
Ciências e
Coordenações de
Curso da Instituição
Federal de Ensino,
constituídas pelos
demais professores e
técnicos com
diferentes funções e
formas de trabalho
com os estudantes,
pelo programa de
conteúdos a ser
cumprido, pelos
projetos específicos
de curso e sua carga
horária semanal, pela
avaliação semestral
aplicada em todas as
turmas, com seus
materiais e
laboratórios para
desenvolvimento das
atividade de ensino.

Recursos mediacionais (5)

Recursos mediacionais: Apostila 'Motor de combustão como contexto para o ensino de termodinâmica'; Representações multimídia (slides, simulações; vídeos); experimentos e roteiros para sua apresentação e discussão.



Regras (6)

Regras: Presença e participação nas aulas colaborando para seu bom desenvolvimento. Realização das atividades propostas de acordo com o sistema de avaliação cujos pontos foram distribuídos em atividades em classe e extraclasse e provas, duas com questões discursivas e uma com questões de múltipla escolha.

Utilização da apostila como principal material de apoio aos estudos e atividades em classe e extraclasse.

Divisão do Trabalho (7)

Divisão do trabalho:

Professores : preparação e desenvolvimento das aulas com base no conteúdo e estrutura da apostila; diversificação dos ambientes de aprendizagem constituídos em sala, intercalando aulas expositivas, com atividades mediadas por experimentos, vídeos, simulações e exercícios de lápis e papel.

Estudantes: realização das atividades em classe e extraclasse propostas pelos professores. Estudo sistemático do texto da apostila como forma de acompanhamento e assimilação dos conteúdos discutidos em sala.