

Diagramas categoriais para auxiliar estudantes e professores do ensino médio na elevação do pensamento abstrato ao concreto^{+,*}

Daniel Batista de Freitas¹

Doutorando do programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Luís Ricardo Lemos Gouvea¹

Centro Universitário Leonardo da Vinci

Alexsandro Pereira de Pereira¹

Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – RS

Resumo

Neste artigo, apresentamos a ferramenta de diagramas categoriais para um ensino de ciências contextualizado, sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica. Essa pedagogia tem como um dos seus pilares o materialismo histórico-dialético, e a ferramenta que ora propomos visa contribuir com uma forma de realizarmos o ensino e aprendizagem de ciências, em nível médio, compatível com essa pedagogia. Aqui, apresentamos o processo de construção de um diagrama categorial, tanto nas operações que cabem ao professor, quanto nas que se espera que caibam aos estudantes, considerando um caso hipotético de ensino do conteúdo de gravitação newtoniana na disciplina de física. O principal objetivo da ferramenta é auxiliar os estudantes a não perderem de vista a totalidade dos processos reais e a reproduzirem os conhecimentos apreendidos durante as aulas como síntese de múltiplas determinações e relações.

Palavras-chave: *Materialismo Histórico-dialético; Pedagogia Histórico-crítica; Diagramas Categoriais; Ensino de Ciências; Ensino Médio.*

⁺ Category diagrams to support high school students and teachers to do the rise of the abstract thinking to the concrete one

^{*} *Recebido: 13 de fevereiro de 2023.
Aceito: 4 de setembro de 2023.*

¹ E-mails: danielbf.fisica@gmail.com; luisricardogouvea@outlook.com; alexsandro.pereira@ufrgs.br

Abstract

In this paper, we present the category diagrams tool for a contextualized science teaching, under the Historical-Critical Pedagogy perspective. This pedagogy has as one of its cornerstones the historical-dialectical materialism, and the tool that we are now proposing aims to contribute to a way of carrying out the science teaching and learning, at a high school level, compatible with this pedagogy. Here, we present the process of building a category diagram, both in the operations that are intended to be done by the teacher and in those that are expected to be done by the students, considering a hypothetical case of teaching the topic of Newtonian gravitation in the Physics curricular component. The major purpose of the tool is to help students not lose sight of the totality of the real processes and to reproduce the content learned during the classes as a synthesis of multiple determinations and relationships.

Keywords: *Historical-dialectical Materialism; Historical-critical Pedagogy; Category Diagrams; Science Teaching; High School.*

I. Introdução

Neste trabalho, propomos o uso de diagramas categoriais como uma ferramenta pedagógica para auxiliar estudantes de ensino médio na apreensão de conhecimentos científicos de forma contextualizada. Nas propostas pedagógicas atuais, busca-se fazer com que o ensino de qualquer assunto não perca de vista os contextos nos quais ele aparece. Com o aumento da complexidade dos assuntos ensinados, aumenta a fragmentação dos tópicos desenvolvidos ao longo de um certo número de aulas e, como uma forma de se evitar que os assuntos pareçam desconexos para os alunos, por vezes propomos que eles usem ferramentas que os auxiliem na apreensão ou na memorização desses tópicos. Como exemplos dessas ferramentas, podemos citar o uso de mapas conceituais ou mapas mentais (NOVAK; GOWIN, 1984; NOVAK, 1990; BUZAN, 1974). Assim, aqui discutiremos o uso de diagramas categoriais como uma ferramenta para auxiliar os estudantes em um ensino compatível com a pedagogia contemporânea conhecida como Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) (SAVIANI, 2012).

A PHC é uma proposta pedagógica que tem o materialismo histórico-dialético, tal como proposto originalmente por Karl Marx e Friedrich Engels, e continuado por Vladimir Lênin, como base filosófica. Disso resulta que as propostas de ferramentas didáticas para uso dentro deste referencial necessitam manter a coerência filosófica para que sejam potencializadas. Como sabemos, todas as ferramentas didáticas trazem consigo, explícita ou implicitamente, pressupostos filosóficos e teóricos que, pelo menos em tese, impedem a sua

utilização dentro de teorias pedagógicas com bases diferentes, tornando necessária uma análise de compatibilidade antes da sua incorporação. Resignificações e adaptações, por vezes, são as saídas utilizadas para resolver os problemas de incompatibilidade encontrados. Outra solução, no entanto, é a construção de ferramentas compatíveis com as teorias com as quais serão articuladas. Este é o caminho que seguimos.

As ferramentas citadas acima, quais sejam, mapas conceituais e mapas mentais, são bastante utilizadas em propostas de ensino no Brasil. Os mapas conceituais, por exemplo, foram difundidos no ensino de ciências, em grande medida, por Marco A. Moreira a partir da década de 1980 (MOREIRA, 1980, 1983; MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993). Esta ferramenta se apoia na psicologia da aprendizagem de David Ausubel, também conhecida como Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1963; AUSUBEL, 2000). Ausubel, por sua vez, foi tributário do construtivismo piagetiano e da filosofia pragmatista difundida por John Dewey (NOVAK; GOWIN, 1984; MOREIRA, 2013). A criação e o desenvolvimento dos mapas conceituais se deram no contexto de pesquisas acadêmicas, resultando em uma ferramenta robusta epistemologicamente (CORREIA; AGUIAR, 2022). Com relação aos mapas mentais, eles também são usados em algumas propostas de ensino, embora, na educação em ciências, tenham relativamente menos uso na comparação com os mapas conceituais (DEBOM; MOREIRA, 2016). Esta ferramenta, diferentemente dos mapas conceituais, foi criada e desenvolvida para o uso como técnica de anotação e memorização de informações. Ela teve ampla aceitação, inicialmente, no mundo do trabalho, como literatura de desenvolvimento pessoal. Seu autor, Tony Buzan, em seus textos sobre o assunto, se esforça para dar um embasamento científico a sua técnica apoiando-a em informações de diversas áreas, tais como: psicologia, neurociência, neurociência cognitiva, negócios e administração (BUZAN, 1974; BUZAN, 2019). Por não ter sido o resultado de pesquisa orgânica, como os mapas conceituais, não é possível precisar a sua filiação teórica. Pelo contrário, observamos um ecletismo de referenciais. Podemos afirmar que a metodologia de mapas mentais se alinha a uma filosofia do conhecimento prático, a qual não se vincula, necessariamente, ao pragmatismo acadêmico.

Especificamente, os mapas conceituais (MOREIRA, 1997) são construções gráficas usadas para relacionar conceitos, dos mais abrangentes ou inclusivos aos mais específicos. No entanto, esses mapas não precisam, necessariamente, relacionar conceitos que possuam hierarquia. Neles, os conceitos, via de regra, estão inter-relacionados por linhas e palavras (ou pequenas frases) conectoras que auxiliam a pessoa na recuperação do significado embutido na associação feita entre eles. Por vezes, uma sequência de conceitos intercalados por conectivos e lidos em uma certa ordem produz uma proposição clara e objetiva.

Os mapas conceituais podem ser usados, por exemplo, para fazer resumos de assuntos estudados durante as aulas, pois representam graficamente as relações entre os conceitos envolvidos. Assim, com o auxílio das linhas e das palavras conectoras, eles ajudam o indivíduo a recuperar ou reforçar os conhecimentos aprendidos.

Vale destacar que essa ferramenta trabalha como a pressuposição de que o nosso cérebro organiza os conhecimentos aprendidos ao longo da vida em estruturas cerebrais que funcionam com ancoragens de conceitos e suas relações nos seus contextos de significado.

Esse recurso objetiva, entre outros, auxiliar o estudante na construção psicológica dos objetos de estudo na sua estrutura cognitiva. Ele foi pensado para auxiliar na aprendizagem de novos conhecimentos, mas não, necessariamente, para servir como um auxiliar na organização de informações aparentemente desconexas as quais podem ter relação dentro de uma totalidade a ser descoberta ao longo de uma investigação. Sua lógica é a da representação de uma estrutura psicológica, não a lógica da representação de um aspecto da realidade em suas determinações e relações.

Alternativamente, os mapas mentais (BUZAN, 2019) são entendidos como representações gráficas do pensamento sobre um determinado assunto. No mapa mental, o intuito é expressar as associações que a pessoa faz com relação a um tema central. Uma vez determinado o tema (ou conceito) principal, a pessoa procura inserir no entorno dele ideias, imagens, esquemas ou balões de informações adicionais que ela entenda que estejam a ele diretamente associados. Do centro do mapa, então, originam-se setas que se ligam a essas primeiras associações, as quais são chamadas de ramificações. As primeiras ramificações podem, eventualmente, incitar outras ideias etc., aumentando a complexidade do mapa mental com outras associações que a pessoa julga relevantes. Assim, ele vai assumindo uma espécie de teia de relações que, segundo o autor, imita as associações que o cérebro faz, portanto, ajudando na compreensão e memorização de informações, visto que o cérebro associa informações de maneira não linear.

Os mapas mentais permitem, em suma, sintetizar informações sobre um determinado tema de maneira concisa, o que aumenta seu potencial como recurso para a memorização de informações ou como fonte de consulta para revisões de estudos pessoais. No entanto, por ser uma técnica que deixa livre a produção das associações de acordo com o entendimento das pessoas sem, necessariamente, exigir uma coerência ou um nexos real (relativo a teorias científicas ou práticas sociais) entre as ideias associadas – visto que se aproxima de uma rede de conexões entre as “coisas” que o indivíduo “enxerga” que têm relação –, ela não tem por objetivo auxiliar na representação das associações reais que ajudem a explicar um processo complexo exterior à mente; o qual é um dos objetivos do método materialista histórico-dialético.

Como é comum aprendermos por práticas difundidas na sociedade (VIGOTSKI, 2010), entendemos que seria muito mais exaustivo para os estudantes ressignificarem as formas de se produzir os mapas conceituais ou os mapas mentais de acordo com um outro objetivo, uma vez que os exemplos de tais mapas, retirados de outros contextos e produzidos com diversos outros objetivos, provavelmente, os influenciariam a imitar suas lógicas de produção originais. Por isso, nossa proposta se afasta dessas ferramentas para se aproximar do

referencial materialista histórico-dialético para ser coerente com as consequências que este alinhamento suscita.

A PHC é uma teoria crítica da educação, pois leva em conta os condicionantes objetivos que determinam e limitam o trabalho educativo. Seu principal proponente é o filósofo e pedagogo Dermeval Saviani. Esta teoria se sustenta em dois pilares para a compreensão e transformação dos processos da educação. O primeiro é a teoria social marxiana-engelsiana, comumente chamada de marxismo, a qual busca compreender a sociedade capitalista a partir dos meios de produção e reprodução da vida social e das relações sociais que este modo de organização social suscita (MARX; ENGELS, 1998). O segundo é a psicologia histórico-cultural, com origem na escola de Lev Vygotsky e colaboradores, que procura compreender os processos psicológicos humanos a partir da análise genética da internalização de funções mentais superiores que mediam a ação humana volitiva, funções estas que são apreendidas nas relações sociais de indivíduos agindo em um contexto sociocultural (WERTSCH, 1985). Assim, as propostas sob a PHC devem manter este caráter crítico e coerência teórica (SAVIANI, 2017).

Saviani, no livro *Escola e Democracia* (2008), propôs o materialismo histórico-dialético não apenas como método de investigação para a PHC, mas como um método pedagógico, ou seja, como um método de ensino. Especificamente, o autor sugere o texto “O método da economia política” (MARX, 2011a) – em que Marx escreve sobre questões metodológicas em um dos seus cadernos de pesquisa sobre a crítica da economia política – como uma orientação para o desenvolvimento da atividade de ensino e aprendizagem. A partir da lógica do método da economia política, Saviani (2008) delimitou os momentos pedagógicos de sua teoria como um meio seguro para a prática de ensino histórico-crítico.

Os momentos pedagógicos da PHC são estes: (i) prática social, (ii) problematização, (iii) instrumentalização, (iv) catarse e (v) prática social. Esses momentos foram propostos por Saviani (2008) para fazer um paralelo com os cinco passos dos chamados métodos “tradicional” e “novo”. O método tradicional de que se fala é o método pedagógico de Johann F. Herbart, caracterizado por privilegiar a exposição dos conteúdos, cujos passos são: (i) preparação, (ii) apresentação, (iii) comparação/assimilação, (iv) generalização e (v) aplicação. Já o método novo teve origem no movimento da Escola Nova, que teve influência da filosofia pragmatista de John Dewey. O método novo é oposto ao método herbartiano, e caracteriza-se por privilegiar a autonomia dos estudantes na investigação dos temas de interesse deles como ponto de partida. Os passos do método novo, que se assemelham ao método científico empirista, são: (i) atividade de pesquisa, (ii) eleição de problemas, (iii) coleta de dados, (iv) hipótese (ou heurística) e (v) experimentação (ou julgamento). Apesar do método da PHC ter sido apresentado em cinco momentos, Saviani (2008) asseverou que isto foi apenas um esforço de exposição da sua proposta à semelhança dos passos dos métodos tradicional e novo, mas que de maneira nenhuma deveriam ser entendidos como uma sequência procedural.

Cabe-nos enfatizar, portanto, que o fundamental em propostas didáticas sob a perspectiva da PHC é a manutenção da coerência com o método materialista histórico-dialético. Galvão, Lavoura e Martins (2019) reforçam que a didática da PHC não pode negligenciar seus pressupostos filosóficos. O exemplo mais emblemático, pelo seu pioneirismo nessa linha de pesquisa, foi o livro de João L. Gasparin intitulado *Uma didática para a pedagógica histórico-crítica* (2012), cuja primeira edição é de 2002. Neste trabalho, Galvão, Lavoura e Martins apontam o erro metodológico da transposição direta e sequencial dos cinco momentos pedagógicos, imprimindo-lhes um aspecto mecânico, o que, segundo os autores, rompeu com o caráter dialético da composição orgânica de tais momentos. Para efeitos de ilustração, citamos dois problemas encontrados na proposta de Gasparin: 1) assumir que a “prática social inicial” é um momento de contextualização dos objetos do conhecimento, como fator motivacional; e 2) assumir que a “catarse” é uma fase de verificação do grau de assimilação dos estudantes dos conteúdos trabalhados na “instrumentalização”. Como resultado, seus críticos consideraram que estes pontos (e alguns outros) evidenciaram a fraqueza da proposta no que diz respeito a sua coerência com a filosofia subjacente à PHC (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019; MASSI *et al.*, 2019).

Com o objetivo de criarmos uma ferramenta capaz de auxiliar o professor no desenvolvimento de aulas de ciências, especificamente física, sem negligenciarmos a filosofia materialista histórico-dialética subjacente à teoria, ou incorremos no erro da transposição direta dos momentos pedagógicos preconizados por Saviani, propomos, neste artigo, o uso da ferramenta de diagramas categoriais. Estes diagramas se baseiam no método materialista histórico-dialético e têm, pelo menos, quatro funções: 1) permitir que o professor possa acompanhar o andamento das investigações dos estudantes sobre um tema de estudo proposto; 2) auxiliar para que os estudantes, ao longo das aulas, não percam de vista as relações entre as categorias dentro dos recortes específicos da realidade, bem como as inter-relações das categorias entre os diferentes recortes; em suma, para que os estudantes não percam a noção de totalidade; 3) auxiliar os estudantes na construção da lógica dos conhecimentos propostos durante as aulas e; 4) servir de material para que o professor possa avaliar, qualitativamente, se, nas reconstruções dos estudantes dos conhecimentos apreendidos, há indícios da elevação do conhecimento do nível da representação caótica de um todo ao nível da representação sintética. Ou, equivalentemente, se o nível de compreensão da totalidade por parte dos estudantes se aproxima do nível de compreensão do professor. Com isto, entendemos que o uso da ferramenta de diagrama categorial nos permite desenvolver um ensino sob a PHC, pois leva em consideração o método materialista.

Antes de seguirmos, cabe-nos definir o que entendemos por categoria. Na filosofia materialista histórico-dialética, para apreendermos um determinado aspecto da realidade, começamos pela forma como ela se apresenta para nós na experiência imediata. Então, o sujeito, que só pode apreender o real por meio de representações mentais (sem relação com as abordagens cognitivista ou conexionista da psicologia), atribui às suas experiências categorias

concretas que estão próximas de uma representação caótica de um todo. Mas estas categorias, na verdade, sintetizam muitas outras categorias mais simples e suas relações e, por isso, são o ponto de chegada do conhecimento. A investigação, portanto, se inicia com a busca ou com a descoberta dessas categorias mais simples, até que se chegue às determinações mais simples. Somente neste ponto, é possível para a mente se apropriar do real, pela sua reconstrução, em pensamento, como síntese dessas categorias mais simples e suas relações.

Basicamente temos dois tipos de categorias: 1) as categorias concretas, que estão próximas da experiência sensível e são uma representação caótica de um todo para a mente de quem ainda não se apropriou delas, mas que, na verdade, representam uma síntese de muitas determinações e relações e, 2) as categorias simples, categorias universais ou categorias abstratas (i.e., todas são sinônimas), que se tornam conhecidas pelo trabalho de análise do real (MARX, 2011a). Daí falarmos na ascensão do abstrato (categorias mais simples) ao concreto (o real, o pressuposto efetivo, tal como se apresenta para a experiência sensível) como a forma científica de conhecermos a realidade, segundo o marxismo (MARX, 2011a). Nesse contexto, os diagramas categoriais visam apoiar os estudantes no processo de investigação de uma dada categoria concreta até as suas categorias mais simples e na posterior reconstrução da mesma, em pensamento, como uma síntese de múltiplas determinações e relações. Trata-se de uma ferramenta de apoio à ação dos estudantes sob a perspectiva materialista histórico-dialética e, também, de um passo na direção do ensino de ciências com a PHC.

II. Referencial teórico

O “método da economia política” (MARX, 2011a) fala sobre o método cientificamente correto, dentro da filosofia materialista histórico-dialética, de apreendermos a realidade social em pensamento. Nesta perspectiva, a realidade é o pressuposto efetivo, aquilo que se apresenta para nós na experiência imediata, na experiência sensível. Também, chamamos a realidade de concreto ou real, pois é o substrato a partir do qual o pensamento parte para buscar entendê-la. Porém, o concreto não pode ser conhecido diretamente, pois ele é uma representação caótica de um todo, uma síncrese (SAVIANI, 2008). Para apreendermos um aspecto da realidade, então, faz-se necessário decompô-la em determinações mais precisas, para chegarmos a categorias cada vez mais simples. Somente neste momento podemos fazer o processo de reconstrução do concreto em pensamento, ou seja, explicar logicamente o real em termos de categorias mais gerais e, portanto, abstratas. É a partir da descoberta das determinações mais simples de um aspecto do real, bem como da descoberta das relações entre essas determinações, que o pensamento tem a possibilidade de, por meio de mediações universais, reproduzir o real no pensamento como síntese.

Saviani (2008), recorrendo ao método da economia política de Marx (2011a), delineou os momentos pedagógicos como um processo de ensino que deve partir do real, da síncrese, e retornar a ele como síntese. Assim, conceitualmente, a prática social (inicial) é o ponto de partida no qual o professor e os estudantes participam com seus papéis na sociedade.

A problematização é a discussão dos principais problemas postos pela prática. Na instrumentalização ocorre a apropriação dos conhecimentos necessários para dar conta dos problemas levantados. A catarse é entendida como a efetivação da aprendizagem pelos estudantes. E a prática social (final) é o momento em que os estudantes a entendem sinteticamente, inclusive com o potencial de intervenção social embasa teoricamente. Esses cinco momentos, embora tenham se perpetuado nos desenvolvimentos posteriores da PHC, foram usados apenas para apresentar o método e não como passos que deveriam ser feitos de forma estanque em sala de aula.

Com efeito, as práticas sociais (inicial e final) do método, dialeticamente, são e não são as mesmas. São as mesmas porque o conhecimento parte do pressuposto efetivo, do concreto, que, na experiência imediata, é uma síntese, uma representação caótica de um todo. Somente por meio da análise, ou seja, da descoberta das determinações mais simples e suas relações, que é possível para o indivíduo apreender o real. Assim, no ensino, os momentos intermediários, juntos, correspondem à análise, ou seja, correspondem à aprendizagem das determinações mais simples e suas relações, isto é, à “[...] efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social” (SAVIANI, 2008, p. 57). É, pois, no caminho de retorno ao real, na reconstrução do concreto em pensamento, por meio de mediações abstratas, que os estudantes são capazes de compreender a realidade que se propuseram a estudar. Nesse sentido, as práticas sociais são e não são as mesmas (lógica dialética), pois a prática social é a mesma, mas os indivíduos, agora, são capazes de reproduzir o concreto em pensamento como síntese, o que antes não lhes era possível. De acordo com esse entendimento, o ensino está inserido em um movimento contínuo de transformação, pelos estudantes, de sínteses em sínteses, por meio da aprendizagem de mediações abstratas que lhes permitam compreender o real.

Uma das funções dos diagramas categoriais que propomos é auxiliar os estudantes a não perderem de vista a totalidade dos assuntos estudados. Do ponto de vista da pedagogia em tela, esses diagramas também contribuem para que o professor desenvolva seu planejamento didático coerentemente. Considerando que o fundamental dentro da PHC é a manutenção da coerência da teoria com o seu pressuposto filosófico, cabe-nos explicar como o método materialista histórico-dialético, que, a partir de agora, chamaremos apenas de dialética, se efetiva na prática investigativa.

Como dito, o real, o concreto, é síntese de múltiplas determinações e relações, mas, para a consciência de quem procura conhecê-lo na sua essência, o real inicialmente aparece como uma representação caótica, como uma síntese. Um aspecto do real que se procura conhecer é apreendido pela consciência como uma categoria concreta, que é um fato singular que em algum momento chama a nossa atenção (KOFER, 2010). A forma que a consciência tem para entender um fato é negá-lo na sua aparência e recorrer a sua fragmentação na busca por suas determinações mais simples, isto é, buscando as categorias mais simples e, portanto, mais abstratas. No entanto, essa mesma consciência não pode perder de vista a sua unidade, a

sua totalidade. Isso se faz necessário porque, na dialética, a categoria concreta tem uma história e faz parte de um processo em desenvolvimento. Este é o outro aspecto da dialética, ela não trabalha com uma estática, embora, no recorte da realidade, possamos trabalhar com uma estática artificial. Na dialética, a totalidade é um processo que se desenvolve por contradições. Por isso, a contradição é a essência da dialética; ela é a responsável pelo desenvolvimento do todo (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

A partir de uma categoria concreta, a consciência, que busca apreender a realidade, passa à análise da categoria em busca das contradições específicas que a move. A primeira tarefa, portanto, é a identificação da contradição principal, pois todo fenômeno ou aspecto do real se move por contradições internas e, entre essas contradições, uma delas é a contradição principal e as outras são contradições secundárias. A contradição principal é diretora da existência e do desenvolvimento das outras contradições ou atuam sobre elas (TSÉ-TUNG, 1999). As especificidades da contradição principal e das contradições secundárias conferem um caráter particular ao fenômeno. Ademais, na dialética, uma contradição é uma luta de contrários que se confrontam em um processo. Os contrários, em uma contradição, configuram polos opostos que não podem existir isoladamente, daí formarem uma unidade, uma identidade. Determinar a contradição principal de um fenômeno expresso por uma categoria concreta é, pois, o primeiro passo para investigá-lo.

Cabe ressaltar que, na dialética, a contradição não é a identificação de um erro lógico, como na lógica formal. A contradição tampouco é apenas uma oposição entre coisas ou fatos, por vezes arbitrários, que o investigador projeta sobre a realidade para auxiliar na confrontação de ideias. A contradição se manifesta no real objetivamente, por isso ela tem a capacidade causar transformações no desenvolvimento do fenômeno (BARATA-MOURA, 2010). A tarefa de identificação da contradição principal e das contradições secundárias de um fenômeno faz parte do método de investigação, e somente por meio do entendimento das contradições que é possível descobrir como resolvê-las. Uma vez resolvida a contradição, a velha contradição já terá sofrido uma transformação qualitativa e terá surgido outra em seu lugar. O universal da contradição é que ela sempre existe nos processos de desenvolvimento de todos os fenômenos, sejam eles naturais, sociais ou psicológicos. Os processos se transformam movidos pelas contradições que atuam do início até o fim (TSÉ-TUNG, 1999).

Em todas as contradições, sejam elas principais ou secundárias, um dos polos da contradição será, necessariamente, o aspecto principal, podendo isto mudar ao longo do desenvolvimento do processo. Isto é assim porque os polos de uma contradição se desenvolvem de maneira desigual. O aspecto principal será aquele polo dominante na contradição, e o caráter do fenômeno será por ele determinado (TSÉ-TUNG, 1999).

A investigação da contradição principal e das contradições secundárias de um dado aspecto da realidade incita a descoberta de cada vez determinações mais profundas do fenômeno, as quais, por sua vez, começam a aumentar em número e generalidade, ou seja,

começam a trazer à tona as categorias abstratas que, conforme vão sendo apreendidas pela consciência, tornará possível a reconstrução do concreto em pensamento.

As determinações, sejam elas concretas ou abstratas, por vezes, se confundem ou são intercambiadas com as categorias, mas podemos dizer que são basicamente as mesmas coisas. As determinações podem ser entendidas, especificamente, como os traços efetivos de um dado fenômeno. Esses traços são capturados pela consciência como palavras, como signos, como categorias. Esses traços são expressões ideais de coisas que efetivamente existem na realidade, e têm um desenvolvimento histórico. Mesmo que sejam construídas na história recente, as categorias possuem existência real. Ou seja, na dialética, diz-se que as categorias são ontológicas. Um exemplo específico na história da ciência poderia ser a categoria concreta “átomo” que percorreu a história da humanidade com vários sentidos. Mesmo para os filósofos gregos da antiguidade, pode-se dizer que a categoria concreta “átomo”, embora não tenha sido investigada empiricamente à época, pressupunha a sua existência material, uma realidade objetiva. Em suma, a busca das categorias mais simples de um aspecto da realidade é a busca da essência do mesmo, é a busca das mediações necessárias para entendê-la objetivamente (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

As categorias, sejam elas concretas ou abstratas, também se confundem com conceitos ou mesmo são intercambiáveis com eles. Marx não definiu o que é uma categoria, esse termo surgia em seus textos como um conceito conhecido (DUSSEL, 2012)² – aliás, a dialética não trabalha com a lógica das definições (NETTO, 2011). Porém, na dialética, a diferença crucial é que na ciência burguesa os conceitos adquirem um caráter formal, supra-histórico e fixo, parecendo que foram obtidos por pura abstração da inteligência; parecendo que são transcendentais. Esta, ademais, e a concepção dos metafísicos, de que os fenômenos são incapazes de se transformar em um fenômeno diferente, pois, uma vez descoberta a sua dinâmica, ela é imutável. Para a dialética, no entanto, os conceitos abstratos, embora também possam adquirir o status de universal, o são justamente pela sua manifestação em uma série de fenômenos particulares, os quais ocorrem ou ocorreram em tempos e espaços determinados, e por isso não são estáticos, pois têm uma história de desenvolvimento (KOFLER, 2010; TSÉ-TUNG, 1999). Vários conceitos da física, por exemplo, corroboram esta alegação da dialética, na medida em que evidenciam sua história de desenvolvimento. O “átomo” de Demócrito é e não é o mesmo “átomo” de John Dalton, que por sua vez é e não é o mesmo “átomo” de Joseph J. Thomson ou de Ernest Rutherford, Niels Bohr, Louis de Broglie e Erwin Schrödinger. São os mesmos porque se referem ao pressuposto efetivo de uma partícula de matéria que é um dos constituintes das coisas que conhecemos pela experiência sensível. Não

² Em *A produção teórica de Marx: um comentário aos Grundrisse*, Enrique Dussel (2012) aprofunda a análise da dialética do abstrato ao concreto e nos apresenta interpretações sobre os significados de determinações (o real determinado), conceitos (fruto da análise das determinações essenciais) e categorias (gerais [concretas] e abstratas). Além disso, nos alerta sobre a existência de ordem entre as categorias, determinada pela sua posição no pensamento teórico em relação à essência do real (na sincronia) e não pela sua aparição na história (na diacronia).

obstante, esses “átomos” não se tratam exatamente das mesmas coisas, pois cada uma dessas formas de “átomos” é constituída, para o entendimento, por determinações mais simples de naturezas diferentes. Entretanto, não podemos apenas dizer que são representações diferentes da mesma coisa, com igual poder explicativo, e que a escolha por uma ou outra é apenas uma questão subjetiva, pois a história de desenvolvimento do conceito de “átomo” o transformou de tal maneira que o seu entendimento expresso pela teoria quântica sintetiza muito mais determinações mais simples do que as teorias clássicas ou semiclássicas. Então, na verdade, vemos que o conceito de “átomo” sofreu transformações qualitativas que desembocaram em uma teoria atômica muito mais desenvolvida e de maior poder explicativo, tal como a metáfora de Marx de que “a anatomia do ser humano é uma chave para a anatomia do macaco” (MARX, 2011a, p. 84), ou seja, de que é a teoria mais desenvolvida é a chave para a compreensão de todas as anteriores, não o contrário.

Os aspectos ou fenômenos da realidade não estão isolados, mas conectados com outros fenômenos ou aspectos. Isso não quer dizer que os fenômenos são iguais ou explicados pelas mesmas categorias, mas que interagem, com suas particularidades, com outros fenômenos e suas particularidades. Isto é o que entendemos por totalidade, é um todo repleto de conexões entre os aspectos específicos, singulares, da realidade efetiva que se investiga. A extensão da totalidade investigada está relacionada com o problema que se aborda. Assim, certamente, uma totalidade sempre pode estar subordinada a outra mais inclusiva, mais complexa. O recorte de uma realidade que nos propomos a investigar, por óbvio, é sempre uma visão parcial, uma fragmentação não desejada, mas necessária (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

As contradições na metodologia dialética da busca do entendimento estão presentes do início ao fim do processo de investigação. São elas: as lutas entre a fragmentação e a unidade ou totalidade; a singularidade e a multiplicidade dos fenômenos; o momento estático e o processo dinâmico; a indução e a dedução; o racionalismo e o intuicionismo; os recortes diacrônico (o estudo do fenômeno na sua evolução temporal) e sincrônico (o conjunto de fenômenos que ocorrem no mesmo momento ou época, sem levar em conta as suas evoluções históricas) do objeto investigado; a mudança qualitativa e a mudança quantitativa em um processo; a teoria e a prática (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

Os diagramas categoriais que propomos, portanto, procuram incorporar estes elementos da dialética ao contexto escolar do ensino e aprendizagem dos conteúdos, em nosso caso, das ciências, de forma contextualizada. Ainda, eles têm a vantagem de proporcionar aos estudantes uma forma autêntica de aprendizagem da dialética pelo uso efetivo e reiterado da sua lógica na investigação de uma categoria concreta durante as aulas.

III. Processo de construção de um diagrama categorial

Para fins de exemplificação, apresentamos o processo de construção de um diagrama categorial no contexto do ensino de física do ensino médio, pressupondo alunos do 1º ano, cuja faixa etária regular é de 15 a 16 anos.

Imaginemos a situação em que uma turma iniciará o estudo do conteúdo da gravitação newtoniana após terem estudado os fundamentos da cinemática retilínea e circular e as leis de Newton.

O professor poderia propor que o ensino começasse pela discussão da categoria concreta “Satélites artificiais”, que sintetiza uma série de determinações e relações, e que, provavelmente, faz com que os alunos a apreendam como uma representação caótica, isto é, como uma síncrese. No entanto, para o professor, pela sua experiência e planejamento das aulas, essa categoria se apresenta como uma síntese, embora seja uma síntese precária. A síntese do professor é precária porque ele, apesar de ter uma visão sintética, só é capaz de imaginar como os alunos responderiam ao conteúdo nos seus primeiros contatos, suas possíveis dificuldades e o potencial de superação das mesmas. Ou seja, o professor apenas pode pressupor como esta categoria concreta é entendida pelos estudantes no ponto de partida, uma vez que somente no desenvolvimento real da prática de ensino, ao longo de algumas aulas, é que ele terá uma indicação mais precisa do real nível de compreensão dos seus educandos (SAVIANI, 2008). Então, no nosso exemplo, a categoria concreta “Satélites artificiais” ocupa a posição superior em um diagrama que será construído de cima para baixo, do todo às partes, do concreto ao abstrato.

Na Fig. 1, apresentamos a categoria concreta “Satélites artificiais” como ponto de partida da prática de ensino. As caixas com cor de fundo branco apontam a posição de alguns elementos da dialética nesta representação gráfica. Nem todos os elementos da dialética, conforme apresentamos nas seções anteriores, estão indicados. Ademais, estas caixas não necessitam aparecer nos diagramas usados em um contexto real de ensino. Apenas as apresentamos como forma de exposição das características do diagrama categorial.

Prosseguindo com o processo de construção do diagrama categorial inicial, propomos que o professor realize o primeiro nível de análise da categoria concreta determinada, recortando-a nas totalidades “Ciência”, “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente” (C-T-S-A). A análise de uma categoria concreta pressupõe que ela esteja subsumida a uma ou algumas totalidades reais, existentes, as quais são descobertas no processo de investigação (NETTO, 2011). Em nosso caso, se, por um lado, essa escolha é, em alguma medida, arbitrária, visto que a adotamos apenas por razões didáticas, por outro lado, entendemos que ela não está desconectada da prática social, visto que estas totalidades são objetos de estudo, por exemplo, dos movimentos Ciência, Tecnologia e Sociedade (e, em algumas vertentes, Ambiente) (CTS(A)’s), os quais se baseiam em diversas abordagens filosóficas e sociológicas para examinar criticamente as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (e ambiente), visando uma compreensão mais ampla e contextualizada desses temas

e promovendo um diálogo entre diferentes atores sociais, incluindo cientistas, tecnólogos, formuladores de políticas e o público em geral (STRIEDER, 2012).

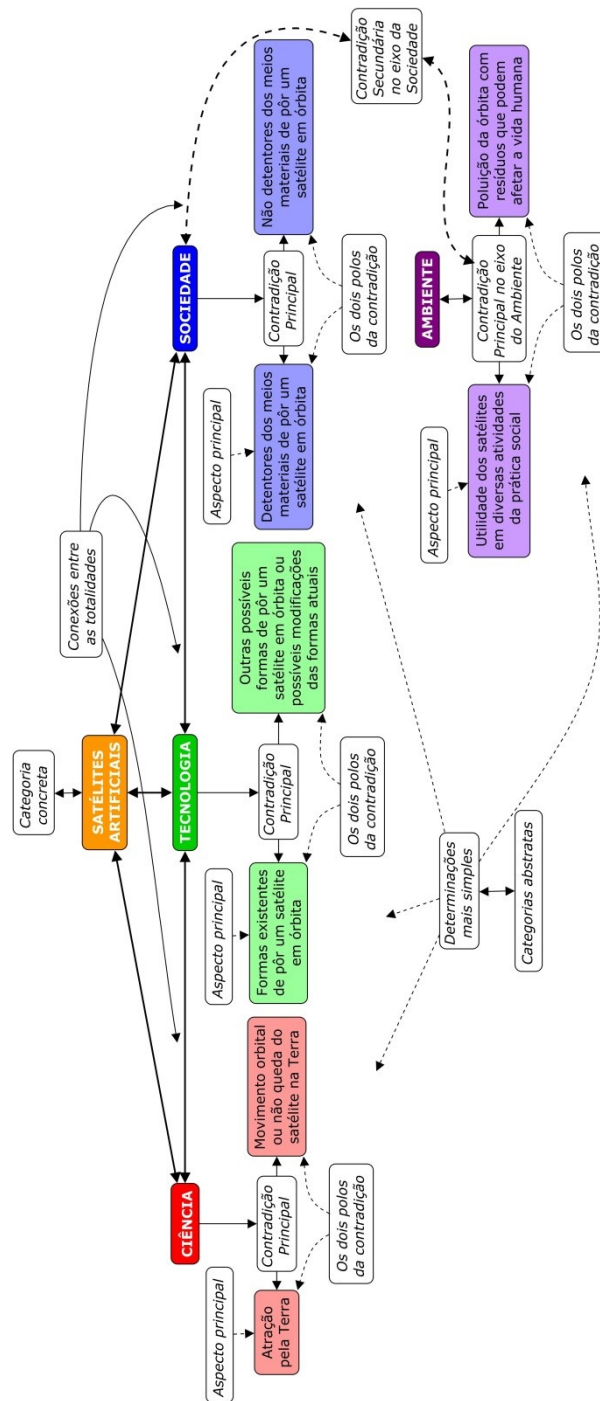


Fig. 1 – Exemplo de um diagrama categorial inicial, baseado na dialética, para o ensino da gravitação newtoniana por meio de estudos sobre satélites artificiais em contexto. Fonte: Elaborado pelos autores.

O próximo passo, o qual defendemos que seja realizado pelo professor no seu planejamento, é a determinação das contradições principais de cada totalidade e os respectivos aspectos principais³ de cada contradição. O professor, com sua visão sintética e postura crítica, deve determinar quais são as unidades de contrários que desempenham o papel principal na existência e no desenvolvimento de cada totalidade. As contradições principais de cada processo, de cada totalidade, são a causa do desenvolvimento das outras possíveis contradições secundárias a ela subordinadas. O professor deve refletir sobre as causas que determinam o desenvolvimento de um processo, mas não precisa ter receio de eleger uma contradição secundária no lugar da contradição principal, pois esta é a fase, na busca pelo entendimento, em que se determina o início provisório (KOFLER, 2010; TSÉ-TUNG, 1999). Posteriormente, pode ser descoberto que aquela contradição não era a principal e se faz a correção. Deve-se ter em mente que o que determinará a verdade do pensamento é o processo de saturação com categorias mais simples e o seu confronto com os fatos identificados e analisados no processo de investigação (NETTO, 2011).

Especificamente, no nosso exemplo, determinamos na totalidade da “Ciência” a contradição principal que é a unidade “Atração (do satélite) pela Terra (e vice-versa)” e a “Não queda do satélite na (superfície) da Terra” ou “Movimento orbital”. Consideramos que essa é a contradição principal porque está no cerne do princípio físico que explica a essência da possibilidade dos satélites artificiais. Esse fato é corroborado pela aplicação das leis de Newton e da gravitação clássica ao caso específico, que é o que será trabalhado com os estudantes no módulo didático. O aspecto principal da contradição na totalidade da “Ciência” é a “Atração (do satélite) pela Terra (e vice-versa)”. Esse é o polo, do ponto de vista da explicação física, que cumpre o papel crucial para a manutenção do movimento orbital, ou seja, representa o polo dominante.

Cabe-nos também fazer um alerta a respeito da correção em falarmos de dialética nos processos naturais. Sabemos que a dialética hegeliana foi aprimorada por Marx e Engels para a análise de fenômenos sociais – na análise concreta de situações concretas, como afirmou Lênin. Assim, é seguro falar da dialética como método para a produção de teorias sociais; não se falando em dialética nos processos naturais. No entanto, autores como Tsé-tung (1999), Kofler (2011), Barata-Moura (2010) e mesmo manuscritos inacabados de Engels, editados e publicados sob o título de *A Dialética da Natureza* (1979), entendem o método dialético como universal para o avanço do conhecimento científico em geral. Por exemplo, Kofler (2011) sustenta que a ideia de “lei”, nas ciências naturais, é apenas uma limitação pré-dialética que subtrai a lei universal da transformação dos processos para que um aspecto da realidade possa ser expresso por uma fórmula. Tsé-tung (1999) afirma que o universal é a luta dos contrários em todos os fenômenos, mesmo nos processos da natureza, e que as modificações na natureza também se dão por contradições internas. Na dialética, a diferença entre a dialética dos

³ Toda contradição, seja ela uma contradição principal ou uma contradição secundária, tem um dos polos que é o dominante que o denominamos de aspecto principal da contradição.

processos sociais e dos processos naturais reside naquilo que encontramos de específico em cada um desses domínios, pois, em ambos, existem contradições que são a causa da transformação de seus fenômenos. Reconhecemos que este assunto merece uma análise mais aprofundada, mas, por ora, seguiremos no caminho da possível aplicabilidade da dialética aos processos naturais, entendendo que podemos buscar unidades de contrários que podem ser a causa do desenvolvimento de certos processos no domínio das ciências da natureza.

Prosseguindo com a reflexão para a determinação das outras contradições principais nas demais totalidades, obtemos o diagrama categorial inicial, ilustrado na Fig. 1, o qual será o ponto de partida da problematização da categoria concreta proposta para a análise com os estudantes. Na totalidade da “Tecnologia”, determinamos a contradição principal entre “As formas existentes (concretas) de pôr um satélite em órbita” e as “Outras possíveis formas” ou “Possíveis modificações das formas existentes”, sendo que o aspecto principal desta contradição – ou seja, o polo dominante – é o das “Formas existentes”, pois é com este polo que se realiza a existência da categoria concreta “Satélites artificiais”. O outro polo está em luta de contrários com o aspecto principal na medida em que os cientistas e engenheiros estão sempre sendo (re)produzidos e pagos para aumentarem a produtividade (eficiência) dos processos da economia capitalista para reduzir custos e aumentar o capital, e isso não é diferente na atividade aeroespacial. Na totalidade da “Sociedade”, a contradição principal reside na disputa entre os “Detentores dos meios materiais de pôr um satélite em órbita” e os “Não detentores” desses meios materiais objetivos, sendo o primeiro o aspecto principal dessa contradição, pois as sociedades que detêm esta tecnologia as protegem de diversas formas, e, por vezes, atuam para inviabilizar que outras sociedades as desenvolvam, promovendo embargos à compra de insumos ou à utilização de softwares proprietários para este fim, entre outros. E, por fim, na totalidade do “Ambiente”, a contradição principal é a unidade dos contrários entre a “Utilidade dos satélites artificiais em diversas atividades da prática social” e os efeitos colaterais que se manifestam na “Poluição da órbita (do planeta Terra) com resíduos que podem afetar a vida humana (na Terra)”, onde o polo principal, que é o aspecto dominante da contradição, é a inegável necessidade do uso de satélites artificiais em inúmeras práticas sociais na contemporaneidade, por exemplo, nas atividades de controle e fiscalização do desmatamento ilegal.

Com o diagrama categorial pré-elaborado, o professor o apresentará para os estudantes, explicando os eixos que serão estudados e os objetivos a serem alcançados. Também, o professor deve explicar em detalhes o ponto de partida, de acordo com o processo de abstração que foi realizado na determinação das contradições principais etc., sempre incitando que os estudantes expressem como estão entendendo a proposta e suas dúvidas.

Os próximos passos devem ser desenvolvidos com a participação dos estudantes nas aulas subsequentes. Eles podem formar grupos de estudo que investigarão cada um dos eixos C-T-S-A em busca das suas determinações mais simples. O professor explicará que, conforme as aulas vão sendo desenvolvidas, a tarefa deles é acrescentar caixas com uma palavra ou uma

frase curta que os ajude a explicar, com um grau a mais de detalhe, isto é, com um grau a mais de abstração, a caixa posicionada no nível superior. Os alunos devem ser orientados a somente acrescentarem uma caixa a mais depois de terem se reunido para avaliar a relevância daquela categoria mais simples para a compreensão da categoria mais concreta.

Para auxiliar os alunos nessa tarefa, o professor poderá fazer com que cada aula seja um momento de análise de um eixo. Por exemplo, ele poderá fazer algumas aulas expositivas com o objetivo de socializar conhecimentos mais detalhados sobre uma das totalidades, como no caso de exposição da lei da gravitação newtoniana. Também, o professor poderá trazer textos ou exibir vídeos que tratem de uma das totalidades, para que os grupos de alunos tenham material para se aprofundar no entendimento das contradições principais. O papel do professor, além de socializador do conhecimento elaborado, também deve ser o de direcionador dos estudos dos estudantes, bem como de suporte para a tirada de dúvidas, para que os estudantes descubram as categorias cada vez mais simples de cada totalidade e suas relações.

O objetivo, a partir do diagrama categorial pré-elaborado, é que os grupos comecem a determinar, em ordem crescente de abstração, as categorias necessárias para entender a contradição principal na sua essência. Ao longo de várias aulas, e dedicando o tempo de cada aula para a análise de um eixo por vez, a tarefa do professor deve ser a de auxiliar os estudantes nos seus estudos ou de atuar na socialização dos conhecimentos necessários para que os estudantes compreendam a categoria concreta como uma síntese dessas várias determinações e relações. Ao final do trabalho educativo, quando o professor considerar que todas as totalidades foram exploradas a contento, e que os estudantes conseguiram produzir os diagramas categoriais, o professor poderá marcar uma ou duas aulas de apresentação dos diagramas obtidos pelos grupos. Neste momento estará concluída uma das funções da ferramenta, a função de suporte psicológico para os alunos reconstruírem em pensamento o processo real estudado, ou seja, a função de apoio para a elevação do pensamento abstrato ao concreto, ou, similarmente, para a passagem do empírico (experiência sensível) ao concreto (o real, entendido como síntese) pela mediação do abstrato (as determinações mais simples) (SAVIANI, 2012).

Na Fig. 2, apresentamos um possível estágio da elaboração de um diagrama categorial que esperamos dos estudantes. Neste diagrama, as caixas que descem das contradições representam as categorias mais simples obtidas pelo processo de abstração. As caixas com três pontos designam outras possíveis determinações que não foram explicitadas por nós, mas poderiam existir.

Ressaltamos que as categorias mais simples não são necessariamente palavras únicas (ou compostas), elas podem ser ideias expressas em frases que sintetizam uma característica do real. A representação das características do real por um signo mais geral e abstrato pode ser descoberta ao longo da análise concreta da situação concreta, pois esta representação tem existência na prática social. As categorias existem nos processos reais e cumprem a função de

mediação entre o ser e sua consciência. Elas têm validade social e história, e muitas vezes são suportes ideológicos para a atividade prática (KOFLER, 2011). Um exemplo dessa afirmação é a categoria concreta “mercadoria” no modo de produção capitalista, que encobre o caráter social dos trabalhos privados e, portanto, as relações sociais que os regem, em vez de explicitá-los. Tal categoria é analisada em *O capital* como movida pela contradição entre “valor de uso” e “valor de troca”, e nesta contradição existe a categoria “trabalho” como gerador de valor, bem como as quatro (categorias) “formas de valor”⁴ (MARX, 2011b). Portanto, o fundamental é a explicitação da essência dos fenômenos pela descoberta das categorias mais simples que nos ajudam a reproduzir, em pensamento, o movimento do objeto real. Ou seja, é a descoberta das determinações que nos permite produzir uma teoria explicativa da essência do fenômeno analisado.

Outras duas observações que fazemos são sobre a linearidade na exposição das categorias mais simples (que partem de cada um dos polos da contradição elencados) e a não explicitação das possíveis (ou prováveis) conexões entre essas categorias em outras totalidades (embora as sugerimos com as duplas setas entre nas caixas C-T-S-A). Ambos têm a ver com as restrições de uma representação gráfica. No primeiro caso, temos a limitação do diagrama em proporcionar a visualização das inter-relações entre as categorias mais simples, bem como as suas hierarquias no processo explicativo. E no segundo, temos a limitação em apontar, graficamente, as linhas conectoras ou balões explicativos das ideias que podem desempenhar um papel em outra totalidade (ou polo da contradição), bem como suas interações, devido à poluição visual que, provavelmente, isto acarretaria. Assim, para atenuar essas restrições, sugerimos que seja enfatizado para os estudantes que as totalidades não estão isoladas, a fim de que fiquem atentos às possíveis inter-relações. E, nas atividades de apresentação dos diagramas pelos estudantes, sugerimos que o professor os inquiria sobre suas percepções quanto a possíveis unidades dentro dessa diversidade, e, eventualmente, que os ajude a perceber conexões julgadas essenciais para a compreensão da categoria concreta como uma síntese de múltiplas determinações e relações numerosas (MARX, 2011a).

IV. Discussão

Como defendemos acima, o diagrama apresentado na Fig. 1 é um possível ponto de partida para o ensino de gravitação newtoniana, em contexto, para alunos do 1º ano do ensino médio. O leitor pode se perguntar por que não defendemos que sejam os alunos que definam a categoria concreta do interesse deles, por exemplo, em uma aula de discussão, como ponto de partida da atividade de ensino. Entendemos que a razão para tal se justifica principalmente pela avaliação do professor de qual categoria concreta é mais adequada para cumprir as funções de previsibilidade da vinculação da categoria concreta com um assunto de física dentro da estruturação curricular da disciplina e da sua relevância para a compreensão do

⁴ São elas: 1) Forma de valor simples, individual; 2) Forma de valor desdobrada; 3) Forma de valor universal (ou equivalente) e 4) Forma-dinheiro, que é a mesma forma de valor universal, mas em um estágio mais avançado do desenvolvimento histórico da produção de mercadorias no capitalismo.

mundo em que vivemos, devido ao potencial de desvelamento de algumas formas da luta de classes, seja em nível local, nacional ou global.

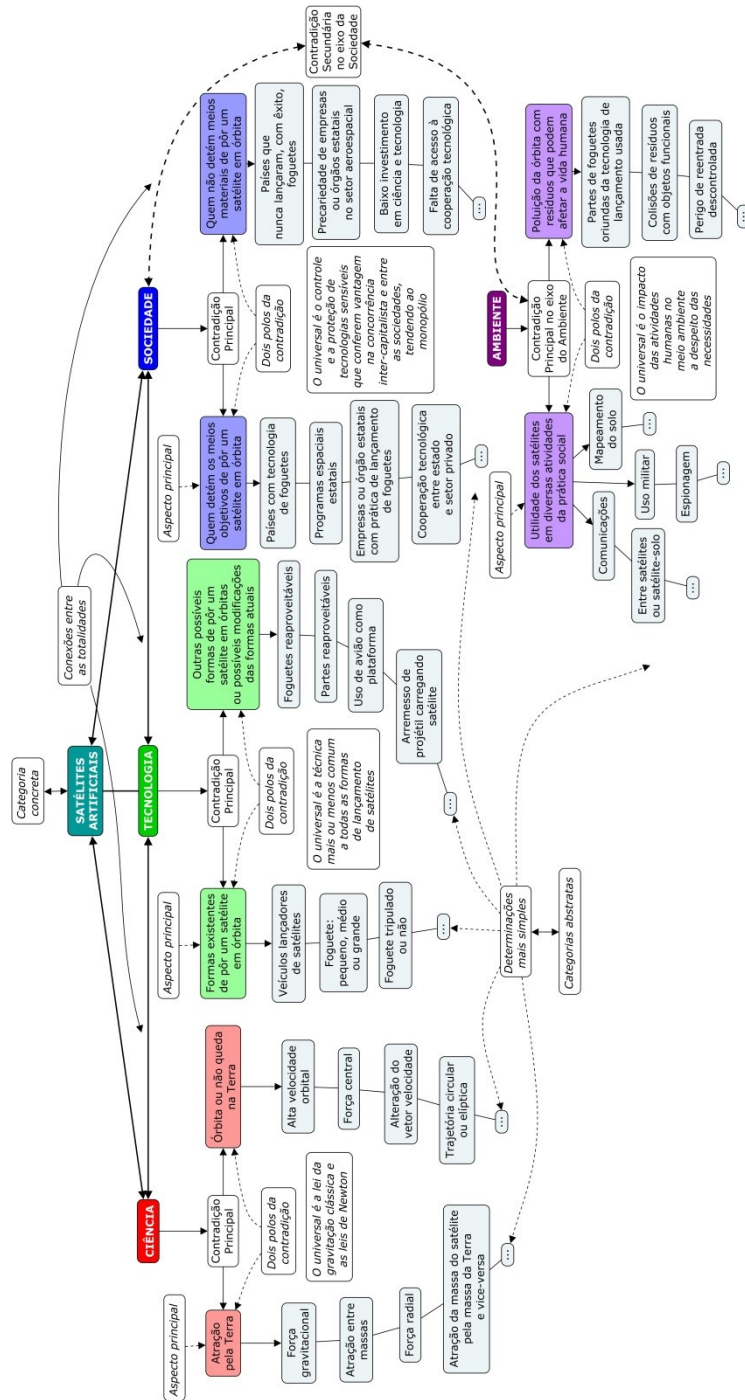


Fig. 2 – Exemplo de um diagrama categorial hipotético para a categoria concreta “Satélites artificiais”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A questão da previsibilidade se faz necessária porque a prática da educação escolar formal requer que a didática das formas de ensino dos conhecimentos leve em conta os conhecimentos prévios dos alunos, sobretudo na questão dos pré-requisitos disciplinares, e a dosagem dos novos objetos de estudo. O conteúdo a ser ensinado pressupõe uma organização lógica interna à disciplina e uma gradação em nível de dificuldade. Essas características influenciam o planejamento do professor, e a imprevisibilidade do tema de estudo pode causar um desvio da finalidade da escola que é a socialização dos saberes elaborados.

Essa questão coaduna com a tríade “conteúdo-forma-destinatário” defendida por Martins (2013). A autora defende a socialização dos conteúdos (“conteúdo-”) mais relevantes e elaborados do conjunto de conhecimentos que a humanidade produziu para que os indivíduos entendam o mundo material no qual vivem. Para isto, afirma que é necessário que o professor articule a forma (“-forma-”) de ensino desses conhecimentos, levando em conta a capacidade de compreensão e assimilação dos estudantes (“-destinatário”).

A questão da relevância dos conhecimentos a serem socializados tem relação com a perspectiva da transformação da sociedade, defendida pela PHC. No tempo e espaço escolares, a teoria postula que sejam privilegiados os conteúdos essenciais das diferentes disciplinas, contidos nos clássicos, ao invés dos aspectos secundários, acessórios ou acidentais dos mesmos, pois os primeiros são necessários para o desenvolvimento das maiores potencialidades humanas e para a compreensão desmistificada do mundo (SAVIANI, 2012).

Neste contexto, dificilmente os estudantes poderiam por si sós identificarem, no conjunto das práticas sociais, as categorias concretas que cumprissem a dupla função de previsibilidade e relevância, uma vez que os seus interesses imediatos, por vezes pautados por necessidades imediatas, possivelmente os distanciariam do essencial, que é aprendizagem dos conhecimentos mais desenvolvidos produzidos pela humanidade. Aliás, esta é a razão pela qual a escola se tornou necessária ao longo da história humana, principalmente a partir da ascensão da burguesia como classe revolucionária, na transição do feudalismo ao capitalismo (GHIRALDELLI JR., 1986). Ou seja, a escola é o local, por excelência, onde se faz a transmissão do saber sistematizado, do saber elaborado, o qual se diferencia do saber espontâneo e fragmentado, sendo de fundamental importância que seja socializado com todos (SAVIANI, 2012).

Especificamente para este trabalho, nossa escolha pela categoria concreta “Satélites artificiais”, supomos, não nos afastaria de uma consideração dos interesses dos alunos, pois pensamos em uma categoria concreta com o potencial de atraí-los pela curiosidade. Também, levamos em conta o possível conhecimento desta categoria pelos estudantes, mesmo que de forma caótica, para que o ensino de física seja feito em um contexto real.

Justificamos a relevância da determinação da categoria concreta “Satélites artificiais” principalmente pelo seu potencial de desvelamento da luta de classes em escala global, que se dá na totalidade da “Sociedade”, e que diz respeito ao domínio da tecnologia de lançamento de foguetes de maneira geral. Como sabemos, a origem e o desenvolvimento das formas

concretas de lançamento de foguetes remontam ao período da disputa pela hegemonia global no pós Segunda Guerra Mundial (1939-1945), entre as potências emergentes Estados Unidos e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. Esta foi uma disputa, no jargão dos estudos marxistas, entre o centro e a periferia do sistema capitalista, que se traduziu em uma guerra de classes aberta entre duas formações econômico-sociais com propósitos distintos. Este contexto desvela, no essencial, que o domínio das tecnologias aeroespaciais também serve como instrumento de dominação, daí o seu caráter restrito a poucos países capitalistas centrais, a alguns emergentes e a um ou outro país sancionado pelo sistema hegemônico. Todavia, pela luta dos contrários, própria de toda contradição, o domínio das tecnologias aeroespaciais também pode servir como instrumento de libertação, daí o interesse por esse conhecimento para uma sociedade que almeja a transformação do *status quo*.

Essa consideração nos leva a explicar um pouco mais o porquê da nossa escolha por trabalhar com as totalidades C-T-S-A em detrimento das totalidades C-T-S em nosso diagrama categorial. Entendemos que o destaque do “A” nos incita também a refletir sobre as contradições específicas na totalidade do “Ambiente” que estão afetando a humanidade no atual estágio do desenvolvimento das sociedades. Em grande medida, as sociedades já reconhecem que algo deve ser feito para eliminar ou mitigar os impactos ambientais causados pela atual forma de reprodução da vida social: o capitalismo. Assim, é de fundamental importância que a educação escolar dê atenção aos problemas que vêm afligindo a maioria da população mundial. O papel da escola, em especial das pedagogias críticas, é abordar esses temas ambientais de maneira não romantizada. Pelo contrário, as pedagogias críticas devem abordar os temas ambientais na sua essência, uma vez que comumente observamos que as pedagogias liberais propalam coisas deste tipo: se cada um fizer sua parte na preservação ambiental, a natureza agradecerá e o mundo será melhor. Esse discurso, na verdade, revela uma postura alienante, ocultando que os grandes problemas ambientais são de natureza estrutural, e relega para o âmbito das atitudes individuais a perspectiva de solução.

Defendemos que o desenvolvimento do estudo e da descoberta das categorias mais simples pelos estudantes, com a participação do professor, se dê pelo estudo dos dois aspectos de cada contradição dentro de cada totalidade, e que nesse estudo se evite o exame subjetivo, unilateral e superficial. Ou, dito de modo contrário, que o exame seja objetivo, multilateral e aprofundado. Essa recomendação apropriamos de Tsé-tung (1999), quando o autor abordava a particularidade da contradição.

Tsé-tung (1999) afirma que ser subjetivo é não analisar o tema de forma materialista. Ou seja, é não abordar o tema concretamente, na acepção de Lênin da análise concreta de situações concretas. Deve-se sempre, na medida do possível, criticar as informações pesquisadas e trazidas pelos estudantes. Criticar no sentido marxista de trazer à consciência, de trazer à tona, os fundamentos das informações, pois, mesmo para um iniciado na dialética, podemos cair em interpretações ideológicas, no sentido da falsa consciência, e incorporar interpretações metafísicas da realidade (TSÉ-TUNG, 1999; NETTO, 2011).

O exame unilateral, por sua vez, consiste em esquivar-se de analisar a categoria concreta e os seus desdobramentos em seus vários aspectos. Sabemos que o tempo para o desenvolvimento da disciplina de física na escola, ao longo do ano, é limitado, e isso é um empecilho para a efetiva abordagem da categoria nos seus vários aspectos. No entanto, esta é uma necessidade que o professor deve sempre chamar a atenção dos estudantes nas suas práticas de pesquisa.

Por fim, ser superficial, segundo Tsé-tung (1999), é evitar o aprofundamento do estudo de um dado fenômeno na sua inter-relação com outros fenômenos para os quais ele é a causa ou o efeito. O autor defende que a dialética marxista-leninista se caracteriza pelo estudo minucioso das características e contradições inerentes a todos os fenômenos como condição necessária para se entender a realidade e, em consequência, ter uma base para modificá-la, transformá-la. Novamente, no tempo e espaço escolares, temos limitações para a concretização desta prática. Assim, também é papel do professor alertar os estudantes que todo estudo não se esgota em apenas um módulo. Pelo contrário, o professor deve reforçar que, ao longo vida, eles sempre reiterarão e aprofundarão os seus conhecimentos, pois esta é a forma que a humanidade descobriu de cada vez mais se apropriar do real da maneira como lhe é possível, pelo processo que vai da matéria à consciência e da consciência à matéria, ou seja, da prática ao conhecimento e do conhecimento à prática, em um movimento em espiral que a cada iteração revela, pela prática, os bons resultados e descarta os maus, aumentando assim a complexidade e, conseqüentemente, o entendimento da realidade (TSÉ-TUNG, 1999).

V. Conclusão

Neste artigo, apresentamos a ferramenta pedagógica dos diagramas categoriais para auxiliar os estudantes e professores do ensino médio na elevação dialética do pensamento abstrato ao concreto, o que é compatível com a Pedagogia Histórico-Crítica.

Esta é uma ferramenta que promove o ensino e a aprendizagem de conteúdos de forma contextualizada. Devido a sua base materialista histórico-dialética, ela favorece a análise de categorias concretas e suas totalidades, ressalvada as proporções de seu uso em um contexto escolar, o qual tem limitações de tempo, espaço e de grandes aprofundamentos. Também, ressalvada sua restrição como instrumento capaz de expor um conjunto de determinações e relações numerosas graficamente. Assim, não devemos tratar os resultados de pesquisas escolares em diagramas categoriais como um fim em si mesmo, mas como uma mediação para auxiliar os estudantes no processo de construção e reconstrução, em pensamento, do movimento da categoria concreta de partida.

Entendemos que os diagramas categoriais podem cumprir pelo menos quatro funções no seu uso como ferramenta de ensino-aprendizagem. Eles permitem que o professor possa acompanhar o andamento das investigações dos alunos sobre a categoria concreta proposta para análise. Eles têm o potencial de auxiliar os estudantes, ao longo das aulas, a não perderem de vista as relações entre as categorias dentro dos recortes específicos da realidade,

bem como as inter-relações das categorias entre os diferentes recortes, o que incute a noção de totalidade dos fenômenos nos seus modos de pensar. Eles podem, também, auxiliar os estudantes na organização da lógica dos conhecimentos estudados. E por fim, podem servir de base para que o professor possa avaliar os estudantes, qualitativamente, nas atividades propostas para que eles exponham seus diagramas e os expliquem.

Com o uso dessa ferramenta, o professor pode criar um contexto para avaliar se há indícios da elevação do conhecimento dos estudantes do nível caótico ao sintético. Ou seja, ela lhe permite avaliar se a compreensão dos seus educandos se aproximou da sua compreensão. Além disso, ela também se torna em um instrumento auxiliar do planejamento de ensino na medida em que o professor pode produzir um diagrama categorial que exponha a sua própria análise da prática social global relativa à categoria concreta em estudo, para o seu entendimento. Com isso, o professor estará mais preparado para sugerir materiais para a investigação dos alunos e, em consequência, para auxiliá-los a não perder o foco das suas pesquisas, a fim de que atinjam o objetivo da aprendizagem dos conhecimentos mais relevantes relativos à atividade.

De posse do trabalho teórico de idealização dessa ferramenta alicerçada na dialética, o próximo passo é colocá-la à prova em um contexto real de ensino e aprendizagem em nível médio. Acreditamos que sua submissão à prática de sala de aula seja fundamental para que possamos identificar seus erros, seus acertos e possibilidades de melhoria.

Referências bibliográficas

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BARATA-MOURA, J. **Dialéctica marxista**. Lisboa: Editorial Avante!, 2010.

BUZAN, T. **Use your head**. London: Book Club Associates, 1974. (Edição republicada em 1984).

BUZAN, T. **Dominando a técnica dos mapas mentais: guia completo de aprendizado e o uso da mais poderosa ferramenta de desenvolvimento da mente humana**. Tradução: Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Cultrix, 2019.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G. Mapas conceituais no ensino de ciências: estagnação ou crescimento? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 27, n. 3, p. 198-218, 2022.

DEBOM, C. R.; MOREIRA, M. A. Mapas mentais em temáticas da astronomia: percepções e implicações para o ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 250-267, 2016.

DUSSEL, E. **A produção teórica de Marx**: um comentário aos Grundrisse. Tradução: José Paulo Netto. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ENGELS, F. **A dialética da natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GALVÃO, A. C.; LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2019. Livro eletrônico.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção educação contemporânea).

GHIRALDELLI JR., P. A vara teimosa: debatendo com Paolo Nosella. **Educação & Sociedade**, v. 9, n. 24, p. 145-166, 1986.

KOFLER, L. **História e dialética**: estudos sobre a metodologia da dialética marxista. Tradução: José Paulo Netto. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010. (Pensamento Crítico, 14).

MARTINS, L. M. Contribuições da psicologia histórico-cultural para a pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 63, p. 293-305, 2015.

MARX, K. **Grundrisse**: manuscritos econômicos de 1857-1858: esboço da crítica da economia política. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2011. (Coleção Marx & Engels). Livro eletrônico.

MARX, K. **O capital**: crítica da economia política: livro 1: o processo de produção do capital. Tradução: Rubens Enderle. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2011. (Coleção Marx & Engels). Livro eletrônico.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. Tradução: Luis Claudio de Castro e Costa; introdução de Jacob Gorender. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. (Clássicos).

MASSI, L. *et al.* Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 212-255, 2019.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 4, p. 474-479, 1980.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013. (Textos de apoio ao professor de física, v. 24, n. 6).

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 23.

NETTO, J. P. **Introdução ao estudo do método de Marx**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

NOVAK, J. D. Concept mapping: a useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 10, p. 937-949, 1990.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press, 1984. (23ª reimpressão 2008).

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. Campinas: Autores Associados, 2008. (Coleção educação contemporânea. Edição comemorativa).

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção educação contemporânea).

SAVIANI, D. Da inspiração à formulação da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC): os três momentos da PHC que toda teoria verdadeiramente crítica deve ter. **Interface - comunicação saúde educação**, Botucatu, v. 21, n. 62, p. 711-724, 2017. Entrevistas.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Instituto de

Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TSÉ-TUNG, M. **Sobre a prática e sobre a contradição**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 1999. Livro eletrônico.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#).