

Uma análise histórico-cultural do processo de elaboração do conhecimento científico

Resumo: Apresenta-se a seguir um estudo teórico sobre a elaboração do conhecimento científico. Esse esforço se faz necessário para aprofundar o entendimento sobre o fazer científico, evitando, por exemplo, utilizar no ensino de ciências somente lições fundamentadas no método hipotético-dedutivo, e tendo, portanto, cuidado ao aproximar o fazer ciência do ensinar/aprender ciência. Por meio de um dos referenciais da teoria histórico-cultural, analisaremos o processo de elaboração desse conhecimento. Nesse sentido, apresentamos uma alternativa para apreender os possíveis modos lógico-estruturais do pensamento de Galileu Galilei. Assim, voltamos o nosso olhar para seus relatos sobre a descoberta das luas de Júpiter, em janeiro de 1610, na busca dos possíveis motivos que levaram Galileu a aprofundar seu conhecimento do mundo natural.

Palavras-chave: Teoria histórico-cultural. Formação de conceitos. Conhecimento científico. Ensino de ciências.

An analysis of the historical and cultural process of construction of scientific knowledge

Abstract: The following is a theoretical study on the development of scientific knowledge. This effort is necessary to deepen the understanding of scientific practice, avoiding, for example, using in science teaching only lessons based on the hypothetical-deductive method, and, therefore, being careful when bringing science together with teaching/learning science. Through one of the references of historical-cultural theory, we will analyze the process of elaboration of this knowledge. In this sense, we present an alternative to apprehend the possible logical-structural modes of Galileo Galilei's thought. Thus, we turn our attention to his reports on the discovery of Jupiter's moons, in January 1610, in search of the possible reasons that led Galileo to deepen his knowledge of the natural world.

Keywords: Historic-cultural theory. Concept formation. Scientific knowledge. Science education.

Un análisis histórico-cultural del proceso de elaboración del conocimiento científico

Danillo Deus Castilho

Mestre em Educação em Ciências e Matemática (UFG). Professor de Física na Faculdade Cambury, sediada na cidade de Goiânia, Goiás, Brasil

 orcid.org/0000-0002-0473-8702

 danillocastilho@gmail.com


Weimar Silva Castilho

Doutor em Sistemas Mecatrônicos (UnB). Professor de Física no Instituto Federal do Tocantins (IFTO). Tocantins, Brasil

 orcid.org/0000-0002-5642-6049

 weimar@ifto.edu.br

Recebido em 07/08/2020
Aceito em 23/09/2020
Publicado em 03/10/2020

 eISSN 2675-1933
[10.37853/pqe.e202033](https://doi.org/10.37853/pqe.e202033)



Resumen: A continuación se presenta un estudio teórico sobre el desarrollo del conocimiento científico. Este esfuerzo es necesario para profundizar en la comprensión de la práctica científica, evitando, por ejemplo, utilizar en la enseñanza de las ciencias únicamente lecciones basadas en el método hipotético-deductivo, y, por tanto, tener cuidado al acercar la ciencia a la enseñanza / aprendizaje de la ciencia. A través de uno de los referentes de la teoría histórico-cultural, analizaremos el proceso de elaboración de este conocimiento. En este sentido, presentamos una alternativa para aprehender los posibles modos lógico-estructurales del pensamiento de Galileo Galilei. Así, volvemos nuestra atención a sus informes sobre el descubrimiento de las lunas de Júpiter, en enero de 1610, en busca de las posibles razones que llevaron a Galileo a profundizar en su conocimiento del mundo natural.

Palabras clave: Teoría histórico-cultural. Formación de conceptos. El conocimiento científico. Enseñanza de las ciencias.

1 Introdução

Atualmente, para compreendermos e darmos continuidade ao desenvolvimento do gênero humano, tornou-se crucial discutir e refletir sobre a diversidade das formas de interpretação do mundo criadas pela humanidade. Pode-se destacar que as interpretações do mundo produzidas pela ciência moderna são as mais conhecidas e, portanto, difundidas entre essas interpretações. Geralmente, entende-se que o modo como se produz o conhecimento científico nasce da exigência humana de não ter uma atitude passiva diante dos fenômenos naturais e sociais. Surge daí a necessidade de compreender a cadeia de relações tácitas presentes nesses fenômenos.

Por suas características, o conhecimento científico é o principal caminho no qual o indivíduo contemporâneo procura desenvolver-se, sendo fundamental ensiná-lo às futuras gerações. Em função da necessidade de aprimorar o modo de difusão do conhecimento científico, Lawson (2002) aproximou os ambientes científicos dos educacionais. Um dos pontos que justificam a relevância de seu empreendimento se baseia no método hipotético-dedutivo para ensinar ciência, pois ele facilitaria o processo de ensino-aprendizagem, aproximando naturalmente o ensino do fazer científico.

Lawson (2002) preconiza que, para ensinar ciências, os professores devem proporcionar aos estudantes “observações iniciais” que servirão para reconhecer o fenômeno, mostrando-lhes como este se apresenta ao mundo. No decorrer do processo de ensino-aprendizagem, os estudantes explicam as observações formulando as próprias hipóteses. Em seguida, continuam os estudos com as observações subsequentes, testando as hipóteses por meio da comparação com os resultados previstos. As observações conduzem às perguntas causais e à geração de hipóteses alternativas. Como resultado desse processo, os estudantes são desafiados a testar suas hipóteses, a fim de obter conhecimento.

O que se pode inferir sobre o modo de conceber o processo de ensino/aprendizagem de Lawson (2002)? Seria suficiente adotar sua perspectiva metodológica para promover o ensino de ciências? Segundo Cedro, Moraes e Rosa (2010), a simples utilização do método hipotético-dedutivo não seria suficiente para dar conta do ensino das ciências, pois

[...] para a formação do pensamento teórico, é necessário organizar o ensino de modo que o estudante realize atividades adequadas para a formação desse pensamento. Assim, Davydov defende que se deve partir das teses gerais da área do saber, e não dos casos particulares, buscando-se a célula, a gênese e a essência do conceito (Cedro, Moraes & Rosa, 2010, p. 434).

O pensamento teórico surge a partir do pensamento empírico. A teoria seria capaz de superar as limitações da empiria por transcender as linhas que ligam o pensamento empírico a uma situação específica. Isso quer dizer que somente por meio do pensamento teórico o estudante se torna capaz de resolver os problemas encontrados nos mais distintos contextos, valendo-se dos conceitos apreendidos no processo de ensino-aprendizagem. Consequentemente, utilizar a proposta de Lawson (2002) sobre os elementos do método hipotético-dedutivo nos currículos de ensino de ciências não proporcionaria aos estudantes mais do que a aquisição do pensamento empírico, pois trabalhar apenas com situações experimentais particulares inviabiliza a generalização do conceito que deve ser apropriado pelos estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem. Os aprendizes terminam, desse modo, sem a compreensão lógico-histórica do conceito e sem a imersão em uma atividade coerentemente pensada para conduzir à apropriação do conceito.

No que tange ao modo de realizar determinadas aproximações entre o fazer ciência e o processo de ensino-aprendizagem do conhecimento científico, Auth e Angotti (2003) sugerem a inserção da história e da filosofia da ciência no ensino de ciência, focando os embates ocorridos na história da ciência. Vale destacar que é sempre válida a tentativa de ensinar, tanto utilizando o método hipotético-dedutivo como discutindo os embates científicos ocorridos ao longo da história, mas deve-se considerar que é importante ter sempre em mente as semelhanças/diferenças entre o processo de ensino-aprendizagem do cientista e o dos estudantes, presente nos ambientes de aprendizagem. É fundamental explicitar as semelhanças e diferenças ao discutirmos qualquer forma de aproximação entre a forma de fazer e a de ensinar ciência (Guarrezi, Barros & Silva, 2020).

Este trabalho propõe uma alternativa para compreender a elaboração do conhecimento científico, evidenciando os aspectos estruturais do modo de organização do pensamento durante o processo de conhecimento. Para o entendimento do que propomos como objeto de reflexão, propiciaremos uma compreensão alternativa acerca de alguns relatos de observação escritos por Galileu Galilei, contidos no livro *A mensagem das estrelas*¹. Dessa maneira, realizar-se-á um recorte das observações dos dias 7, 8, 10 e 11 de janeiro de 1610 sobre a descoberta dos corpos celestes que circundam Júpiter, realizadas por Galileu após a conclusão de sua mais nova invenção: o telescópio aperfeiçoado.

Por fim, resta ressaltar que, dentre os principais referenciais da teoria histórico-cultural, temos como referencial teórico deste trabalho a teoria formulada por Vigotski² (2001). Ao utilizar seu arcabouço teórico, explicitamos também a importância de suas contribuições para o ensino de ciências. Dito isso, averiguemos a seguir as particularidades desse autor que nos inspiram a ter um olhar abrangente em relação ao modo de conceber a elaboração do conhecimento científico.

¹ O título original do livro é *Sidereus Nuncius*.

² Neste trabalho, optou-se por escrever Vigotski para evidenciar que se compreende a teoria do referido autor no quadro do materialismo histórico-dialético. Neste caso, nos aproximamos de pesquisadores como Duarte (2001).

2 A formação de conceitos no interior do processo de humanização

Em seus estudos, Vigotski (2001, 2012) procurou revelar a importância da relação social, mediada pela cultura dos signos, para o desencadeamento das funções superiores no sistema psicológico dos seres humanos em desenvolvimento. O autor se fundamentou na teoria marxista.

Segundo Nikolai Veresov, a vinculação marxismo-Vigotski em diversas análises pode ser resumida em três aspectos:

- Primeiro, pela insistência na ideia de gênese e desenvolvimento em ambas as teorias;
- Segundo, pela ideia de uma reorganização estrutural no percurso desse desenvolvimento, que pressupõe uma análise funcional;
- Por último, pela ideia de se concentrar em uma unidade de análise e não em elementos (Vigotski, 2012, p. 69, tradução nossa).

Vigotski (2001, 2012) buscou alternativas desvinculadas do método de análise psicológica por ele denominado decomposição das totalidades psicológicas complexas em elementos. Evitou, com isso, alguns erros em que recaíam os pesquisadores que utilizavam tal método de análise.

Pode-se dizer que Vigotski iniciou sua teoria após ter estudado detalhadamente as pesquisas desenvolvidas pelos psicólogos mais influentes de seu tempo, entre os quais se encontravam Pavlov e Piaget (Vigotski, 2001). Ao utilizar o método funcional de dupla estimulação — uma modificação, em certo sentido inversa, do método utilizado por Ach (Vigotski, 2001) — em suas pesquisas, inaugurou uma nova fase do entendimento sobre a formação do complexo psiquismo humano. Romper com a antiga e estática visão de rede estrutural de formação de conceitos, composta basicamente por uma rede “linear e acumulativa” de associações, era a dificuldade encontrada. Depois de analisar minuciosamente os trabalhos de Ach e Rimat, que “provam a falsidade da concepção segundo a qual a gênese dos conceitos se baseia nas conexões associativas” (vigotski, 2001, p. 57), Vigotski utilizou o método elaborado por L. S. Sakharov para estudar o processo de gênese do conceito, nas suas diferentes fases de desenvolvimento.

Vigotski (2001) procede através da evidenciação, da comparação e da avaliação do processo genético de formação de conceitos, que se desenvolve em condições específicas na criança, no adolescente e no adulto, desde a fase mais precoce da infância até finalmente culminar na formação adulta. As funções intelectuais, que constituem a

base psicológica desse processo de formação, amadurecem e se organizam somente na puberdade; antes dessa idade, encontramos apenas formações intelectuais originais, que aparentemente são semelhantes ao conceito (Vigotski, 2001). O autor explicita que o processo dinâmico de formação de conceitos é irreduzível às associações, ao pensamento, à representação, ao juízo e às tendências determinantes, embora essas funções sejam participantes obrigatórios da realização de tal processo. Vigotski determina que o momento central desse processo é o emprego funcional do signo ou da palavra, por meio do qual os sujeitos dominam e orientam o fluxo dos próprios processos psicológicos, organizando-se para realizar os problemas encontrados em seu cotidiano.

O desenvolvimento das formas de pensamento, que culmina na formação dos conceitos, tem três estágios básicos. O primeiro estágio se manifesta com mais frequência no comportamento da criança na mais tenra idade, para quem “o significado da palavra é um encadeamento sincrético não enformado de objetos particulares que, nas representações e na percepção da criança estão mais ou menos concatenados em uma imagem mista” (Vigotski, 2001, p. 175). O segundo estágio do desenvolvimento dos conceitos surge apenas no período de maturação sexual. Abrange uma enorme variedade de termos funcionais, estruturais e genéticos, e, do mesmo modo, de pensamento. Assim, o que especifica esse estágio é a existência da união de diferentes objetos concretos em um grupo comum, ou seja, a forma e a estrutura dos vínculos estabelecidos, que surgem a partir do pensamento e emergem da caracterização relacional, coerente e objetiva de cada objeto particular integrante do grupo, bem como do modo e do tipo específico de atividade que concretiza as bases psicológicas do complexo pensante. Por suas peculiaridades, esse estágio é denominado de pensamentos por complexos. Nesse pensamento, um objeto, capaz de se vincular a qualquer outro graças à generalização da palavra, pode ser construído por um dos cinco tipos de complexos de pensamentos, que são descritos por Barbosa (1997) da seguinte maneira:

1. tipo associativo (percepção), no qual a criança associa objetos a partir de atributos comuns; semelhança; contrastes; proximidade no espaço;
2. coleções (experiência prática), no qual une coisas diferentes, mas complementares; o critério é o contraste; ou ainda a função ou uso (pensa em objetos concretos e não em conceitos generalizados);
3. cadeia, em que não existe um

“núcleo”, a criança não abstrai o traço isolado do restante, nem lhe confere função especial; faz junção dinâmica e consecutiva de elos isolados; há transmissão de significado para outro elo; 4. difuso, no qual se observa uma fluidez do atributo que une os elementos (sai dos limites das conexões concretas); 5. pseudoconceito, que se constitui em um elo entre pensamento por complexos e o pensamento conceitual; ainda depende das conexões perceptuais diretas (semelhança concreta visível), parecendo se orientar pela ideia ou conceito geral (Barbosa, 1997, p. 76-77).

No terceiro e último estágio de desenvolvimento ontogenético dos conceitos, ocorre sua formação propriamente dita. Logo, esse estágio se distingue do pensamento por complexo essencialmente por ser construído por leis inteiramente diferentes. Podemos evidenciar, por exemplo, que, diferentemente dos conceitos do pensamento por complexo, não existem vínculos hierárquicos nem relações hierárquicas entre os traços. Assim, o conceito é, sem dúvida, uma generalização que se relaciona constantemente com outras generalizações (outros conceitos), cuja função genética é desenvolver a decomposição, a análise e a abstração.

A generalização de um conceito leva à localização de dado conceito em um determinado sistema de relações de generalidade, que são vínculos fundamentais mais importantes e mais naturais entre os conceitos. Assim, generalização significa ao mesmo tempo tomada de consciência e sistematização de conceitos (Vigotski, 2001, p. 292).

Ao ressaltar as características do conceito, Vigotski ainda destaca a importância da palavra para sua formação, em um processo de generalização-síntese-generalização:

[...] o conceito surge quando uma série de atributos abstraídos torna a sintetizar-se, e quando a síntese abstrata assim obtida se torna forma basilar do pensamento com o qual a criança percebe e toma conhecimento da realidade que a cerca. Neste caso, o experimento mostra que o papel decisivo na formação do verdadeiro conceito cabe à palavra. É precisamente com ela que a criança orienta arbitrariamente a sua atenção para determinados atributos, com a palavra ela os sintetiza, simboliza, o conceito abstrato e opera com ele como lei suprema entre todas aquelas criadas pelo pensamento humano (Vigotski, 2001, p. 226).

Pode-se acrescentar a esse raciocínio o fato de que os conceitos designados por essa teoria extrapolam o sentido usual, pois

[...] os próprios conceitos do adolescente e do adulto, uma vez que sua aplicação se restringe ao campo da experiência puramente cotidiana, frequentemente não se colocam acima do nível dos pseudoconceitos e, mesmo tendo todos os atributos de conceitos do ponto de vista da lógica formal, ainda assim não são conceitos do ponto de vista da lógica dialética e não passam de noções gerais, isto é, de complexos (Vigotski, 2001, p.229).

Nesse sentido, os conceitos se organizam em dois tipos diferentes: os espontâneos e os científicos. Evidencia-se que, no complexo psíquico, esses conceitos possuem um desenvolvimento simbiótico, no qual os primeiros se originam da experiência vital direta da criança (ou do adulto) com o mundo, e os segundos por sua própria natureza — apesar de serem formado a partir de tipos de generalizações essenciais e inferiores preexistentes, ocupam um lugar determinado no sistema de relações psíquicas. Assim,

[...] o desenvolvimento do conceito científico começa justamente pelo que ainda não foi plenamente desenvolvido nos conceitos espontâneos ao longo de toda a idade escolar. Começa habitualmente pelo trabalho verbal do conceito, por operações que pressupõem a aplicação não espontânea desse conceito (Vigotski, 2001, p. 345).

Ou ainda, para utilizar as palavras de Marx (1998), “se a forma da manifestação e a essência das coisas coincidissem, toda ciência seria supérflua” (Marx, 1998 *apud* Vigotski, 2012, p. 319, tradução nossa).

Dessa forma, ao estudar todo o desenvolvimento do pensamento humano, terminando no pensamento por conceitos, Vigotski demonstra, simultaneamente, a necessidade e a chave para o desenvolvimento das estruturas psicológicas durante a formação ou a reformulação do pensamento, em especial dos ditos científicos, tanto na criança como no adulto, pois compreende a resistência de certos pensamentos em existirem como complexos.

No pensamento do adulto também observamos a cada passo um fenômeno sumamente importante: embora o pensamento do adulto tenha acesso à formação de conceitos e opere com eles, ainda assim nem de longe esse pensamento é inteiramente preenchido por tais operações [...]. Do ponto de vista dialético, os conceitos não são conceitos propriamente ditos na forma como se encontram no nosso discurso cotidiano. São antes noções gerais sobre as coisas. Entretanto, não resta nenhuma dúvida de que representam um estágio transitório entre os complexos e pseudoconceitos e os verdadeiros conceitos no sentido dialético desta palavra (Vigotski, 2001, p. 217-218).

Percebe-se, nesse sentido, que uma possível semelhança entre o pensamento da criança mais velha (ou do adolescente) e o do adulto reside no fato de todos os sujeitos, em constante desenvolvimento, necessitarem frequentemente (re)organizar sistematicamente todo o seu sistema psíquico. Logo,

[...] isso se realiza — como todas as operações estruturais do pensamento — por intermédio da apreensão de um novo princípio em uns poucos conceitos, que posteriormente já são disseminados e transferidos a todo o campo dos conceitos por força das leis estruturais (Vigotski, 2001, p. 375).

Finalmente, aqui o processo de desenvolvimento cognitivo não se encontra reduzido a um processo de “adaptação e acumulação de informações”, mas, antes, se amplia, pois leva em conta os aspectos culturais envolvidos. Mas, voltemos agora nossas atenções para Galileu e reflitamos sobre o modo como esses aspectos relacionados ao pensar por conceitos podem suscitar um olhar original sobre seus relatos.

3 As transformações na estrutura conceitual de Galileu

Galileu Galilei (1564-1642) é uma das mais ilustres figuras do conhecimento científico, responsável, em certa medida, por sua origem e desenvolvimento. Segundo Koyré,

[...] o que os fundadores da ciência moderna, entre os quais Galileu, deviam fazer não era criticar e combater certas teorias erradas, para corrigi-las ou substituí-las por outras melhores. Deviam destruir um mundo e substituí-lo por outro. Deviam reformar a estrutura de nossa própria inteligência, formular novamente e rever seus conceitos, encarar o ser de uma nova maneira, elaborar um novo conceito do conhecimento, um novo conceito da ciência e até substituir um ponto de vista bastante natural, o do senso comum, por outro que, absolutamente, não o é (Koyré, 1973 *apud* Évora, 1994, p. 115).

Galileu nasceu em Pisa, no dia 15 de fevereiro de 1564. Foi o responsável por unir a física natural ao conhecimento lógico abstrato. Koyré (1973), ao analisar seu *Diálogo*, relata:

Não é tanto um livro sobre ciência, no sentido que damos a essa palavra, quanto um livro sobre filosofia — ou, para ser inteiramente exato e empregar uma expressão caída em desuso, porém venerável, um livro sobre a Filosofia da natureza — pela simples razão de que a solução do problema astronômico depende da constituição de uma nova física, a qual, por sua vez, implica a solução da questão filosófica do papel que desempenham as matemáticas na constituição da ciência da natureza (Koyré, 1973 *apud* Évora, 1994, p. 112).

Galileu, entre outras coisas, conseguiu: 1. Elucidar alguns pontos sobre a relatividade dos movimentos; 2. Desmistificar a distinção aristotélica entre a Terra e as esferas celestes; 3. Construir os dados empíricos necessários à sustentação da teoria de Copérnico (ÉVORA, 1994). Os vários construtos originais de Galileu se encontram ao

longo de suas obras, entre as quais, a título de exemplo, destacamos: *A mensagem das estrelas* (1610)³, *Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo, o ptolomaico e o copernicano* (1632) e *Discurso e demonstrações matemáticas sobre as duas novas ciências* (1638).

Para compreendermos toda a originalidade dos pensamentos de Galileu, remontaremos, em essência, o cenário no qual escreveu seus relatos sobre as luas de Júpiter. Isso nos fará compreender os possíveis motivos das conclusões a que ele chegou. Todavia, antes de refletirmos acerca desses relatos, devemos esclarecer o método utilizado na organização da exposição dos fatos. Nesse sentido, entendemos por *episódio* o conjunto de ações reveladoras do processo cognitivo de Galileu, e, por *cenias*, o modo distinto de organizar o episódio, tornando compreensível o evento. Somente após analisar o conjunto de cenias, ou seja, depois de ver o episódio completo, é possível entender o movimento de objetivação feito por Galileu. Cada cena, nesse caso, seria responsável por elucidar uma ação e/ou aspecto fundamental para o entendimento do episódio, mediante o qual compreendemos a possível forma de reestruturação de um dos vários pensamentos de Galileu. Encontram-se a seguir as três cenias que, no conjunto, formarão o episódio “As transformações na estrutura conceitual de Galileu: um movimento gerando conhecimento”.

Cena 1: Características histórico-culturais implícitas no telescópio

N	Atores	Discurso
1	Galileu	Talvez alguém poderia dizer-me que não é de pouca ajuda para o descobrimento e a solução de qualquer problema, ficar de algum modo ciente antecipadamente da verdade da conclusão, e seguro de não estar buscando o impossível, e que por isso a notícia e a certeza de que a luneta já havia sido feita foram-me de tal ajuda, que talvez sem elas eu não a teria procurado. Respondo a isso dizendo que a ajuda oferecida pela notícia [da existência do telescópio] despertou-me a vontade de pensar [sobre o assunto] que pode ser que sem ela eu nunca teria pensado nisto; porém, que tal notícia possa ter facilitado minha invenção, não creio; e digo mais, que encontrar a solução de um problema marcado e nomeado é obra de muito maior astúcia do que aquela necessária para encontrar uma [solução] de um problema ainda não pensado nem nomeado, pois neste

³ Para o leitor ter uma ideia cronológica, optou-se por citar as datas originais das publicações das obras de Galileu.

caso pode haver grandíssima influência do acaso, mas naquele é tudo obra do argumento (Galilei, 1623 *apud* Évora, 1994, p. 44-45, comentário da autora).

2

Aquele dispositivo constava de um ou de mais de um vidro. Não podia ser de um só, porque a sua figura teria que ser convexa... ou côncava... ou contida entre superfícies paralelas: porém aquela citada por último não altera os objetos visíveis, nem os aumentando, nem os diminuindo; a côncava os diminuí e a convexa aumentava bem, mas mostrava-os muito indistintamente e confusos, portanto, um único vidro não é suficiente para produzir o efeito. Passando então para dois, e sabendo que o vidro de superfícies paralelas nada altera, como disse, concluí que o efeito ainda não podia ser obtido pela combinação de um destes com um dos outros dois. Portanto, restava-me tentar experimentar o que aconteceria pela combinação das outras duas, isto é, da convexa e da côncava, e você vê como isto me dava o que eu procurava (Galilei, 1623 *Apud* Évora, 1994, p. 46).

A teoria histórico-cultural nos revela, em suma, que a apropriação de determinados instrumentos contidos na realidade só é possível porque, ao nascer, o ser humano fica condicionado ao conhecimento dos vários objetos já presentes na sociedade num determinado momento do desenvolvimento do gênero humano, pois a sociedade está em desenvolvimento constante. Apesar de Galileu (1) afirmar que sua luneta foi produzida por ele mesmo, não pode negar o fato de o conhecimento prévio da existência de tal instrumento ser o responsável por permitir, em certa medida, a motivação essencial para pensar sobre o assunto. Nesse sentido, temos que

11

[...] a atividade humana historicamente não muda sua estrutura geral, sua “macroestrutura”. Em todas as etapas do desenvolvimento histórico a atividade se realiza mediante ações conscientes, nas quais se efetuam o trânsito dos objetivos a produtos da atividade e *se subordina aos motivos que a originam*. O que muda radicalmente é o caráter das relações que vinculam os objetivos e as motivações da atividade entre si (Leontiev, 1980, p. 123, grifo nosso, tradução nossa).

Até aqui é no mínimo razoável explicitar as seguintes questões: é possível que algum instrumento seja construído sem uma motivação específica surgida a partir de algo já existente na sociedade em que se vive? Seria, portanto, inegável que, para Galileu construir sua luneta, saber da notícia de alguém já ter construído uma foi fundamental para o desenvolvimento de seu pensamento, terminando o processo em um produto de atividade, a luneta?

Pode-se dizer, também, que Galileu (2) conhecia os objetos que seriam necessários para a construção do telescópio. Portanto, é possível concluir que ele só pôde ser capaz de objetivar o referido instrumento devido à sua apropriação de parcela

da cultura que a sociedade em que vivia, especificamente da parte relacionada aos conhecimentos/saberes/técnicas e aos objetos necessários para concretizar seu intento. Ou seja, Galileu precisava saber, por exemplo, o que era uma lente de vidro e conhecer os outros componentes necessários para construir sua luneta. Esse fato nos leva a discordar da frase final do seguinte trecho de Évora:

[...] a descoberta de Galileu do telescópio nem foi obra do acaso, nem simples reprodução de um dispositivo cujas partes e disposições se conhecia previamente. Porém, também não foi feita a partir de um raciocínio lógico dedutivo, já que as teorias ópticas com as quais Galileu estava familiarizado não ofereciam bases teóricas suficientes para a construção do telescópio. Galileu conseguiu o progresso graças a tentativa e erro (Évora, 1994, p. 81).

Em síntese, se considerarmos o telescópio/luneta como um instrumento de complexa elaboração histórico-social para a construção de cada um de suas partes, porque ele exigiu um conjunto de esforços de vários homens ao longo da história, seria possível reduzir todo esse processo a “tentativa e erro”? Se, por suposição, passarmos a reduzir o processo da atividade humana e considerar como único caminho para o progresso o da “tentativa e erro”, qual seria a resposta para esta questão: uma criança de tenra idade poderia construir em mil tentativas e novecentos e noventa e nove erros, de modo funcional, o mesmo instrumento (luneta/telescópio), tendo em mãos todas as partes individuais (lentes, tubos de metais, barras de suporte do instrumento etc.)?

Para entendermos a interpretação da efetiva contribuição de Galileu possibilitada pela teoria histórico-cultural, é necessário esclarecer que “o conceito espontâneo, ao colocar-se entre o conceito científico e o seu objeto, adquire toda uma variedade de novas relações com outros conceitos e ele mesmo se modifica em sua própria relação com o objeto” (Vigotski, 2001, p. 218). Uma pessoa mais velha, adulta, já pensa por conceitos espontâneos antes de pensar com os científicos. Ou seja, podemos, de modo coerente, explicitar que Galileu, durante os primeiros contatos com os distintos objetos que formariam a luneta, já tinha uma capacidade totalmente diferente da de uma criança para ter êxito na montagem seu instrumento, de modo funcional. Por outro lado, no caso em análise, deve-se ressaltar que as próprias circunstâncias teóricas de seu tempo exigiram de Galileu um trabalho empírico, de tentativa e erro, mas com a utilização necessária tanto do pensamento por complexo quanto dos conceitos espontâneos, antes de qualquer avanço intelectual e antes da formação dos conceitos científicos (certos

conceitos científicos das teorias ópticas). Isso nos conduz ao reconhecimento do processo de formação dos conceitos ao longo do desenvolvimento dos indivíduos e do gênero humano. Diante do olhar propiciado pela teoria histórico-cultural, somos levados à impossibilidade de reduzir a elaboração e a objetivação do referido instrumento ao processo de “tentativa e erro”. É necessário considerar as características únicas da personalidade de Galileu naquele momento, pois a motivação, a intencionalidade, a arbitrariedade e a sistematicidade atingem todas as operações psicológicas necessárias à construção do produto da atividade em análise: a luneta.

Sem perder de vista os outros aspectos culturais envolvidos na construção da luneta/telescópio, a teoria histórico-cultural torna possível ressaltar também que, ao término da montagem do seu instrumento, Galileu estava apenas concluindo a primeira etapa da jornada para validar, no meio social, a eficácia do instrumento, pois os aristotélicos relutavam em admitir que os céus e a Terra operam segundo as mesmas leis.

Não dormi em 24 e 25 de abril nem de dia nem de noite, mas experimentei de mil maneiras o instrumento dirigindo-o a coisas aqui de baixo e a coisas lá de cima. Aqui ele funciona magnificamente; nos Céus, decepciona, pois, algumas estrelas fixas são vistas duplicadas. Tenho como testemunhas homens excelsos e nobres doutores... e todos admitiram que o instrumento é enganoso (Galilei, 1610 *apud* Évora, 1994, p. 86).

Na época, existia ampla aceitação da teoria aristotélica, que afirmava a existência de diferenças entre a composição entre os materiais que compunham dos objetos terrestres e a dos corpos celestes. A essa teoria somavam-se

[...] as hipóteses de que os sentidos estão familiarizados com a última aparência dos objetos terrestres e estão, portanto, capacitados a percebê-los distintamente, mesmo que a imagem telescópica esteja amplamente distorcida ou desfigurada pelas franjas coloridas. As estrelas não são por nós conhecidas de perto. Portanto, não podemos neste caso usar nossa memória para separar as contribuições do telescópio daquelas que provém do próprio objeto. Além disso, todas as sugestões familiares (tais como a cena de fundo, superposição e conhecimento do tamanho) que constituem e ajudam nossa visão, na superfície da terra, estão ausentes no Céu, tal que é de se esperar a ocorrência de fenômenos novos e surpreendentes (Feyerabend, 1970 *apud* Évora, 1994, p. 87).

Galileu precisava de uma teoria diferente da teoria aristotélica, que fosse ratificada pelo meio social, apoiada em princípios novos (que fornecessem uma explicação sobre o comportamento da luz no interior do instrumento e sobre a

percepção fornecida pelo olho diante da observação celeste), para que a extrapolação do uso terrestre do telescópio tivesse um suporte teórico. Esse suporte teórico alternativo seria para ele um fator decisivo para a aceitação social das suas observações dos corpos celestes, feitas com seu instrumento. Todavia, já ressaltamos que, naquele momento, Galileu possuía somente um conhecimento cultural determinado, apropriado ao longo de sua experiência existencial singular. Assim, de alguma forma, Galileu já tinha conhecimento da teoria de Copérnico, mas nada sabia sobre o comportamento da luz no interior do telescópio. Nesse sentido, Évora é exata ao dizer que,

[...] embora as primeiras observações telescópicas dos Céus provavelmente não tenham sido feitas por Galileu, e sim pelo matemático inglês Thomas Harriot (1560-1621) e pelo alemão Simon Marius (1570-1624), o crédito da primeira aplicação do telescópio para objetos celestes é atribuído a Galileu, possivelmente pelo modo sistemático como ele observou cada um dos objetos e pelo uso que ele fez de cada uma de suas observações como argumento a favor da cosmologia copernicana (Évora, 1994, p. 90).

Com base nessa análise, podemos afirmar, resumidamente, que a personalidade de Galileu, formada ao longo de sua vida, foi se apropriando de uma parcela da cultura presente na sociedade de sua época, possibilitando-lhe lidar com as múltiplas sutilezas contidas em sua realidade (social e natural). Finalmente, a interpretação dada aos relatos nessa cena nos leva a questionar: de onde vem e o que seria a genialidade dos ditos cientistas? Será que os grandes cientistas da história da humanidade são seres de mentes sobrenaturais ou apenas pessoas singulares, com experiências de vida singulares, mas que possuem personalidades únicas, forjadas pela apropriação específica de uma parcela da cultura presente na sociedade no momento em que viveram? Talvez por sua personalidade estar sempre em construção, se percorrermos atentamente a história de Galileu, é possível perceber que ele mesmo foi constantemente surpreendido pelas próprias observações. Uma dessas surpresas se evidencia em nossa segunda cena.

Cena 2: O espanto de Galileu

N	Atores	Discurso
1	Galileu	Os planetas são vistos muito esféricos, parecendo pequenas luas cheias de contorno bastante claro e sem raios. Mas as estrelas fixas não aparecem assim; ao contrário, elas são vistas muito mais fulgorosas e trêmulas com o

telescópio do que sem ele, e tão irradiantes que a forma que elas possuem não é revelada (Galilei, 1610 *apud* Évora, 1994, p. 99).

2 Eis que no sétimo dia de janeiro do presente ano de mil seiscentos e dez, na primeira hora da noite, enquanto contemplava com o óculo os astros celestes, apareceu Júpiter. Dispondo então de um instrumento excelente, percebi (coisa que antes não me havia acontecido em absoluto pela debilidade do outro aparelho) que o acompanhavam três estrelinhas, pequeninas, ainda que claríssimas, as quais por mais que considerasse que eram do número das fixas, me produziram certa admiração, pois pareciam dispostas exatamente em linha reta paralela à eclíptica, e também mais brilhantes que as outras de magnitude parecida [...] isto é, havia duas estrelas do lado oriental e somente uma para o ocaso. A mais oriental e a ocidental pareciam um pouco maiores que a outra. Muito pouco me preocupei com a distância entre elas e Júpiter, pois as considerei fixas, como disse no princípio (Galilei, 1987, p. 56-57).

3 Não sei bem por que, mas tendo voltado a contemplá-las no oitavo dia, observei uma disposição diferente, pois as estrelas estavam todas as três ocidentais, mais próximas entre si e a Júpiter que na noite anterior e mutuamente separadas por semelhantes distâncias [...]. Neste ponto, ainda sem prestar atenção alguma à aproximação mútua das estrelas, comecei, contudo, a perguntar-me de que modo poderia Júpiter pôr-se ao oriente de todas as fixas mencionadas, encontrando-se na véspera a ocidente de duas delas. Por conseguinte, temi que quiçá seu movimento fosse direto, ao contrário do cálculo astronômico, adiantando-se a tais estrelas por seu movimento próprio, razão pela qual esperei a noite seguinte ansiosamente; entretanto sofri grande decepção ao encontrar o céu coberto de nuvens por toda parte (Galilei, 1987, p. 57).

Para apreciar os relatos contidos nessa cena, voltamos a ressaltar que Galileu tinha uma estrutura interna específica, individual, originada de sua vivência no mundo, mas que estava contida e constituía, ao mesmo tempo, parte da estrutura social. Portanto, esse fato nos leva a explicitar a existência de determinados conceitos no interior da individualidade psíquica de Galileu. “Deste modo, a própria natureza de cada conceito particular já pressupõe a existência de um determinado sistema de conceitos, fora do qual ele não pode existir” (Vigotski, 2001, p. 359). Assim, ao darmos continuidade à análise, não nos preocupamos em chegar, de modo irrefutável, a quais foram os reais pensamentos de Galileu, pois não existem dados suficientes para realizar tal feito.

Voltando aos relatos de Galileu, é importante notar que o processo das transformações do pensamento durante as observações das luas de Júpiter está necessariamente relacionado a três conceitos, que, segundo a forma dos relatos apresentados, já eram conceitos científicos na época em questão: estrelas fixas, planetas

e luas. Percebe-se que Galileu (1) e (2) possui certa familiaridade com esses conceitos, os quais, ressaltamos, já estavam sistematizados no complexo psíquico geral de Galileu antes das referidas observações de Júpiter, pois “só no sistema o conceito pode adquirir as potencialidades de conscientizáveis e a arbitrariedade” (Vigotski, 2001, p. 291). Galileu tinha em seus pensamentos uma estrutura “plástica” adquirida durante seus estudos teóricos e/ou práticos sobre os corpos celestes. Apesar de ser fundamental destacar a impossibilidade de uma análise exata acerca da forma de hierarquização desses conceitos generalizantes dentro da estrutura psíquica do nosso personagem, esclareçamos que, para se ter um sistema, uma estrutura, é necessário, antes de tudo, existir certa hierarquização, e isso só se tornou possível para Galileu devido ao seu processo de humanização.

Como Galileu (2) não notou nada de novo ou estranho, pois já conhecia os objetos presentes no céu, pode-se dizer que ele estava apenas olhando de forma mais acurada o que já era conhecido. Isso ocorreu após o aperfeiçoamento da luneta/telescópio, para efetivamente observar suas reais potencialidades. E eis que surgem os questionamentos. O que Galileu queria realmente observar? Algo conhecido, ou ele estava em busca do desconhecido? E, se fosse o desconhecido, como transformá-lo em algo conhecido?

Galileu observou três estrelas muito brilhantes que estavam perto de Júpiter, e acreditou inicialmente tratar-se de estrelas fixas, pois continham as mesmas características dos elementos que integram esse conceito (já que pareciam imóveis e continham todos os traços característicos). Contudo, quando ele realizou uma observação minuciosa para a efetiva compreensão do que observava, foi levado a considerar a intensidade do brilho e o alinhamento de tais estrelas. Possivelmente, devido à forma em que estava organizado em seu pensamento o conceito de estrelas fixas, o diferente alinhamento em “linha reta paralela à eclíptica” dessas estrelas foi suficiente para chamar a atenção de Galileu, propiciando, de algum modo, uma reorganização dos objetos observados, tratados inicialmente como estrelas fixas, no interior de sua estrutura psicológica.

No oitavo dia, Galileu (3) voltou a olhar as estrelas, e observou o evento temido/inesperado: “temi que quiçá seu movimento fosse direto, ao contrário do cálculo

astronômico” (Galilei, 1987, p. 57). Seu espanto nos mostra que ele já tinha se apropriado, antes do evento em questão, de alguns conhecimentos existentes, relacionados aos corpos celestes, pois o relato sugere que todo o pensamento de Galileu, bem como a forma de estruturação dos três conceitos, encontrava-se fundamentada em teorias e/ou observações. Ou seja, já devia existir algo, ratificado socialmente, que explicava o movimento de Júpiter. Vigotski esclarece que “[...] a cada estrutura da generalização corresponde também o seu sistema específico de operações lógicas de pensamento, possíveis nessa estrutura” (Vigotski, 2001, p. 379). A existência de uma possível divergência no referido cálculo astronômico provocou em Galileu o sentimento de temor diante do fenômeno observado. Tal temor seria oriundo da divergência entre a teoria e a observação, e isso nos faz refletir que, para conhecer o desconhecido, é preciso conhecer, ao menos parcialmente, o que já é conhecido pela humanidade, pelo gênero humano. Antes de se encerrar, a cena suscita outra questão: se, para conhecer o desconhecido, for necessário conhecer o conhecido, como, então, a possibilidade de descobrir um novo conhecimento emerge no interior do complexo psíquico de Galileu? Falta evidenciar o salto qualitativo de apropriação desse conhecimento, e esse é o assunto discutido na próxima cena.

Cena 3: A reorganização da estrutura conceitual de Galileu

N	Atores	Discurso
1	Galileu	No décimo dia [...] só havia duas e ambas a oriente, enquanto que a terceira, em minha opinião, se ocultava atrás de Júpiter. Como antes se encontravam na forma anterior, na mesma reta com Júpiter e dispostas exatamente segundo a longitude do Zodíaco. Vendo essas coisas, compreendo que não havia razão alguma para atribuir a Júpiter semelhantes mudanças e sabendo que as estrelas observadas eram sempre as mesmas (pois não havia outras nem à frente nem atrás em um grande intervalo ao largo da longitude do Zodíaco), já transformando minha perplexidade em admiração, reparei que a mudança aparente haveria que atribuir-se não a Júpiter, mas às estrelas (Galilei, 1987, p. 57-58).
2		Pode-se compreender facilmente como alguém pode ser enganado pelas simples aparências, ou melhor, pelas representações dos sentidos [a partir do seguinte acidente, que nós realmente vemos muitas vezes]. Este acidente é a impressão daqueles que andam ao longo de uma estrada à noite, de estarem sendo seguidos pela Lua, com passos idênticos aos seus, quando eles a veem deslizando ao longo das beiras dos telhados sobre os quais ela lhes aparece. Como lhes apareceria um verdadeiro gato, realmente caminhando sobre as telhas e colocando-se por detrás delas; uma impressão

que, se a razão não interviesse, obviamente enganaria os sentidos (Galileu, 1632 *apud* Évora, 1994, p. 135, comentário da autora).

3 No décimo primeiro dia [...] só duas estrelas a oriente, das quais a do meio distava o triplo de Júpiter que da mais oriental, sendo que esta era quase duas vezes maior que a outra, apesar de que na noite anterior pareciam quase iguais. Desta forma, pus fora de toda dúvida que no céu havia três estrelas errantes em torno de Júpiter à maneira de Vênus e Mercúrio em torno do Sol, coisa que se viu mais clara que a luz do meio-dia em outras múltiplas observações. E não só três, mas certamente são quatro os astros errantes que realizam suas circunvoluções em torno de Júpiter (Galilei, 1987, p. 58).

4 Estas são as observações dos quatro planetas Médiceos recentemente por mim descobertos pela primeira vez (Galilei, 1987, p. 71).

5 Temos aqui um argumento notável e ótimo para eliminar as dúvidas daqueles que, aceitando com tranquilidade o sistema copernicano, se sentem, contudo, perturbados pelo movimento apenas da Lua em torno da Terra, enquanto ambas descrevem uma órbita anual em torno do Sol, até o ponto de considerar que se deve rechaçar por ser impossível esta ordenação do universo (Galilei, 1987, p. 71).

Sagredo – Qual é a razão pela qual chamais luas os quatro planetas Médici de Júpiter?

Salviati – Porque assim elas se apresentariam a quem, estando em Júpiter, as olhasse. Porque elas são por si mesmas tenebrosas, e recebem a luz do Sol, o que é evidente por ficarem eclipsadas ao entrar no cone da sombra de Júpiter; e como delas é iluminado somente o hemisfério que está voltado para o Sol, para nós, que estamos afastados de seus orbes e mais próximos ao Sol, mostram-se sempre todas luminosas; mas, para quem estivesse em Júpiter, mostrar-se-iam todas iluminadas quando estivessem nas partes superiores de seus círculos, mas nas partes inferiores, ou seja, entre Júpiter e o Sol, de Júpiter ver-se-iam falcadas; e, em suma, fariam aos jupiterianos a mesma mudança de figura que faz a lua para nós terrestres (Galilei, 2004, p. 425).

Nos relatos da cena 3, depois das observações realizadas no décimo dia, Galileu (1) evidencia o engano aparente do dia 8 de janeiro, em relação ao real movimento de Júpiter. Se tomamos como base a teoria histórico-cultural, o erro aparente se deve, primeiramente, ao fato de que em nosso cotidiano nem sempre operamos com o pensamento por conceitos científicos. Normalmente, utilizamos o pensamento por complexo, os pseudoconceitos e os conceitos espontâneos. Por isso, as sensações que recebemos acabam se integrando e se estagnando em determinados tipos de pensamentos, não sendo sempre possível a ascensão através do pensar por conceitos *científicos*, que é o responsável pelo conhecimento profundo das coisas. Através de um exemplo, Galileu (2) demonstra, em certo sentido, ter conhecimento desse fenômeno. Aqui, novamente, observamos a riqueza cultural de Galileu, pois somente mais tarde a

ciência viria a reconhecer o fato de que a observação é precedida por algum tipo de apropriação cultural.

Continuando a análise da cena, pode-se observar como o explorador/cientista procura sempre o pensar por conceitos científicos, distanciando-se das aparências ilusórias.

Por isso o conceito científico pressupõe necessariamente outra relação com o objeto, só possível no conceito científico, e esta outra relação com o objeto, contida no conceito científico, por sua vez pressupõe necessariamente a existência de relações entre os conceitos, ou seja, um sistema de conceitos (Vigotski, 2001, p. 294).

Podemos imaginar que Galileu, por ter seu sistema de conceitos sempre em movimento, foi levado em suas observações a concluir que a mudança relativa das posições dos objetos observados se devia ao movimento das estrelas em torno de Júpiter, e não ao movimento próprio do planeta. Todavia, como mostrado anteriormente, Galileu considerava, inicialmente, tais corpos celestes como estrelas fixas no interior de seu sistema conceitual. Então se cogita: como Galileu pôde admitir o movimento delas?

Em determinado momento de suas observações, Galileu (3) começa a reestruturar a forma de seu pensamento conforme apreciava os fatos. Nesse sentido, a teoria histórico-cultural nos diz que seus pensamentos deveriam interagir dialeticamente com o objeto observado, reorganizando as estruturas dos três conceitos em questão através do fortalecimento de suas inter-relações.

De igual maneira, qualquer operação — como, por exemplo, uma comparação, o estabelecimento de diferença e identidade de duas ideias —, qualquer juízo ou conclusão pressupõe determinado movimento estrutural na rede de linhas de latitude e longitude dos conceitos (Vigotski, 2001, p. 367).

Portanto, a observação constante daquelas estrelas possibilitou ao pensamento estruturado de Galileu se reorganizar, de forma a tentar compreender o que acontecia com tais objetos celestes e em que consistia a singularidade observada. Inicialmente, em um primeiro contato, colocou aqueles objetos no conceito de estrelas fixas, mas, com o progresso das observações cautelosas, verificou que eles não se encaixavam exatamente dentro da estrutura conceitual vigente. Observando que eles se movimentavam em

torno de Júpiter, fez uma analogia com os movimentos de Vênus e Mercúrio ao redor do Sol. Tal analogia possibilitou um forte vínculo, ou seja, uma relação de generalidade, entre o conceito de estrelas fixas e o de planetas. Em nosso entendimento, isso permitiu a Galileu a transferência conceitual daqueles corpos celestes específicos do sistema de conceitos de estrelas fixas para o de planetas.

Continuando a análise, vemos que Galileu verificou ainda a existência de mais um objeto em torno de Júpiter. Em seguida, Galileu (4) utiliza um outro conceito para designá-los e os chama de “planetas Medíceos”. Por que Galileu não utilizou, logo de início, o conceito de lua, optando, primeiro, pelo de planeta? Se fosse possível lhe fazer essa pergunta, a resposta provável estaria relacionada com um ou ambos os pontos a seguir:

- 1) Para defender a teoria de Copérnico, observando Galileu (5), poderíamos pensar que ele poderia ter feito uma aproximação dos objetos observados com os planetas que se movem ao redor do Sol, devido tanto às semelhanças naquele momento existentes entre os objetos observados e o conceito de planeta, como ao fato de saber que Júpiter também tem luas, não só a Terra.
- 2) Mesmo que Galileu, naquele instante, não tivesse no pensamento a preocupação de que outro planeta, no caso Júpiter, pudesse ser circundado por várias luas, aproveitaria sua descoberta, primeiro, para bajular Cosimo II de Médici, sendo, nesse caso, o conceito planeta mais socialmente adequado para prestar uma homenagem do que o conceito lua.

Se detivermos o olhar no segundo ponto, é possível imaginar que Galileu, ao observar as luas de Júpiter, não tinha uma motivação voltada somente para o conhecimento do mundo natural. Ou seja, estava na essência de seus pensamentos a motivação de obter o reconhecimento social, pois, chamar sua descoberta de “planetas Medíceos” foi um modo de agradar a família Médici, da corte de Florença. Galileu tinha especial consideração pelo grão-duque Cosimo II de Médici, que lhe concedera muitos privilégios. Todavia, suas motivações não findam após ter prestado as devidas homenagens, pois Galileu (6) utiliza, agora, o conceito de lua para argumentar em favor

do sistema copernicano. Isso revela, ao nosso ver, outro motivo que levou Galileu a observar os corpos celestes, pois o que ele buscava era a mudança de determinados conhecimentos já estabelecidos, ou seja, ele queria defender uma teoria, a copernicana, em detrimento de outra, a aristotélica.

Com o intuito de explicitar todo o movimento da estrutura conceitual, evidenciado pelo referido episódio, e ainda que de forma reduzida/rudimentar, apresentamos abaixo o processo de desenvolvimento do pensamento de Galileu, de acordo com o esquema ilustrado na Figura 1.

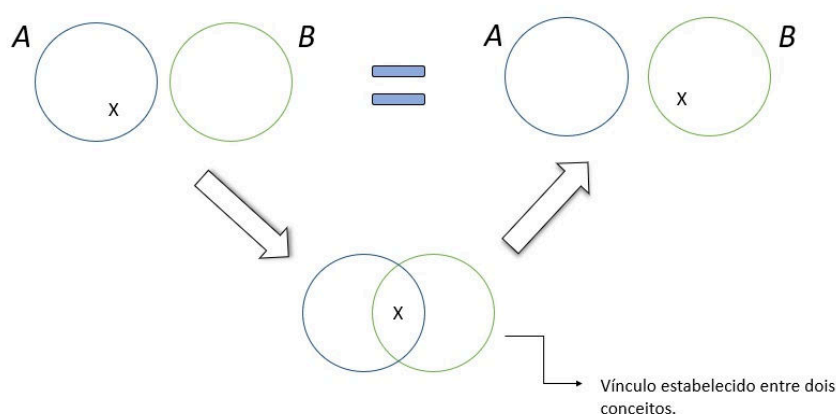


Figura 1 – Esboço do processo de desenvolvimento do pensamento de Galileu
Fonte: Elaboração dos autores

É preciso destacar, inicialmente, que no real processo de transformação da estrutura do pensamento existem diversos conceitos generalizantes. Para efeitos de simplificação, utilizaram-se apenas dois conceitos, o **A** e o **B** apresentados na Figura 1. Existe um conceito que possui um sistema particular, no qual, aparentemente, o objeto **X** é causa de perturbação. Mesmo inserido na estrutura desse conceito, a localização de **X** dentro da estrutura psíquica geral depende do processo dialético, necessário psicologicamente para a devida reorganização conceitual entre as observações exteriores e as sistematizações interiores naturais do pensamento conceitual. Caso o elemento **X**, em algum instante, devido ao nível do desenvolvimento do intelecto e, conseqüentemente, da generalização específica de cada conceito, encontre dificuldades em permanecer dentro da estrutura conceitual de origem, surgirá um esforço para

superar tal perturbação. Esse esforço, conseqüentemente, fará com que o fluxo das forças estruturais do complexo psíquico geral estabeleça vínculos essenciais com vários conceitos pertencentes a esse complexo pensante, a fim de obter uma relação lógica, diferenciada das outras, que permitirá a existência de uma interseção contendo o elemento **X**, entre duas estruturas conceituais, até então totalmente distintas, o conceito **A** e o **B**. Depois da efetiva conexão entre os dois conceitos, ocorre a transferência do elemento **X** da estrutura do conceito **A** para a estrutura do conceito **B**, que por diversos motivos se encontra, naquele instante, mais propensa a receber tal elemento. No final do processo, o elemento **X** passa a ser parte da estrutura do conceito **B** até que surja uma nova perturbação que indique a necessidade de mudanças. Observa-se que, para compreender o conceito de lógica utilizado aqui, é preciso entendê-la de modo dialético, ou seja, de acordo com a relação, relativizada, entre o indivíduo, individualizado, e o mundo observado (social e natural). Para completar o raciocínio, é importante ressaltar que o que acontece antes e depois desse processo permanece, em certo sentido, numa igualdade (ver Figura 1), pois é indubitável que todos os conceitos do complexo geral se encontram em constante evolução, de maneira a compartilharem constantemente diferentes relações de generalidade e nexos conceituais.

Para Vigotski (2012), o processo de produção do pensamento culmina na produção de conhecimento:

[...] para que surja um autêntico ato produtivo de pensamento que leve o pensar a um ponto completamente novo, a um descobrimento, a uma experiência “exata”, é necessário que **X**, que constitui o problema da nossa reflexão e que forma parte da estrutura **A**, passe inesperadamente também a formar parte da estrutura **B**. Em conseqüência, a destruição da estrutura que originalmente surgiu o ponto problemático **X** e a transferência desse ponto a uma estrutura totalmente diferente constituem as condições fundamentais do pensamento produtivo. Mas como é possível que **X**, que forma parte da estrutura **A**, passe ao mesmo tempo a formar parte da estrutura **B**? Para isto, parece, ser necessário ir mais além dos limites das dependências estruturais, extrair o ponto problemático da estrutura na qual ele tem sido dado em nosso pensamento e incluí-lo em uma nova estrutura (Vigotski, 2012, p. 405-406, tradução nossa).

Para relacionar esse modo de compreender o movimento do pensamento com os relatos de Galileu, e concluir, assim, nossa análise, basta apenas que leitor, ao observar a Figura 1, coloque no lugar de **A** o conceito de estrelas fixas, no de **B** o de planetas e no de **X** o de corpos celestes. O leitor pode continuar esse exercício e colocar novamente no lugar de **A** o conceito de planetas, no de **B** o de lua e no de **X** o dos ditos planetas

Medíceos, acompanhando, sinteticamente, a transformação estrutural relacionada ao descobrimento das luas de Júpiter no complexo psíquico geral de Galileu. Finalmente, é necessário ressaltar que, segundo o olhar da teoria histórico-cultural, o que ocorreu foi uma transformação qualitativa da estrutura psicológica, que, por sua vez, possibilitou o avanço do conhecimento do cientista em relação aos objetos observados.

4 Considerações finais

Em vista dos argumentos apresentados, após a análise interpretativa dos relatos do possível processo de desenvolvimento de um dos vários pensamentos de Galileu, buscou-se apresentar uma versão diferente das várias versões desse personagem apontadas por Zylberstajn (1988). Utilizando a teoria histórico-cultural, tendo como base os trabalhos de Vigotski, procuramos uma alternativa singular para compreender o processo de elaboração do conhecimento científico. O intuito foi dar ênfase tanto aos aspectos culturais como aos psicológicos para falarmos das estruturas de conceitos presentes no complexo psíquico geral. Ao iniciarmos esta discussão, buscamos contribuir para um (re)pensar sobre a aproximação entre fazer ciência e aprender/ensinar ciência. Que semelhanças e diferenças existem entre esses dois processos? Pela análise do relato uma semelhança seria, por exemplo, a forma “plástica” da estrutura psicológica compartilhada por cientistas e estudantes ou professores, e uma diferença seria o fato de que os cientistas possuem uma apropriação cultural específica dos conhecimentos já existentes em sua área de trabalho, enquanto os estudantes e os professores não possuem, necessariamente, tal conhecimento.

A análise feita também busca aproximar o conhecimento científico dos estudantes de ciências, ou seja, tenta mostrar que o motivo dos cientistas fazerem ciências pode não ser, exclusivamente, a compreensão objetiva da natureza. No caso de Galileu destacamos outros motivos como o interesse em defender uma teoria diferente da de Aristóteles, até então ratificada pela comunidade “científica” da época, e o interesse em retribuir alguns reconhecimentos sociais como a homenagem que faz para o grão-duque Cosimo II de Médici. Acreditamos que o modo apresentado para entender a elaboração do conhecimento científico pode ser um caminho para outras análises da

elaboração do conhecimento científico, que possam explicitar, por exemplo, se existe proximidade nos possíveis motivos que levaram os diferentes personagens da história da ciência a colaborarem com o desenvolvimento do conhecimento científico ou se a estrutura conceitual de cada cientista, num determinado período da história, trabalha com conceitos centrais durante o processo de conhecimento. Assim, a intenção é contribuir com o processo de humanização das ciências no ensino de ciências.

Referências

- Auth, M. A. & Angotti, J. A. P. (2003). Contribuições epistemológicas para o ensino/aprendizagem de ciências. *Contexto e Educação*, 18(69), 69-86.
- Barbosa, I. G. (1997). *Pré-escola e formação de conceitos: uma versão sócio-histórico-cultural*. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Cedro, W. L.; Moraes, S. P. G. & Rosa, J. E. (2010). A atividade de ensino e o desenvolvimento do pensamento teórico em matemática. *Ciência & Educação*, 16(2), 427-445.
- Duarte, N. (2001). *Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski*. Campinas: Autores Associados.
- Évora, F. R. R. (1994). *A revolução copernicano-galileana: a revolução galileana*. v. 2. Campinas: Editora da Unicamp.
- Galilei, G. (1987). *A mensagem das estrelas*. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins.
- Galilei, G. (2004). *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo, ptolomaico e copernicano*. São Paulo: Imprensa Oficial.
- Guarrezi, S. T., Barros, M. P., & Silva, D. F. (2020). Sequências de ensino-aprendizagem: uma abordagem baseada nas demandas de aprendizagem para o ensino de Física. *Pesquisa e Ensino*, 1, e202017. <https://doi.org/10.37853/pqe.e202017>
- Lawson, A. E. (2002). What Does Galileo's Discovery of Jupiter's Moons Tell Us About the Process of Scientific Discovery?. *Science & Education*, 11, 1-24.

Leontiev, A. N. (1980). *Actividad conciencia personalidad*. Havana: Pueblo y Educación.

Leontiev, A. et. al. (1991). *Psicologia e pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. São Paulo: Moraes.

Vygotsky, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Vygotsky, L. S. (2012). *Pensamiento y habla*. Buenos Aires: Colihue.

Zylbersztajn, A. (1988). Galileu: um cientista e várias versões. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 5, 36-48.