

O que são atitudes investigativa e científica, afinal?

Michelle Camara Pizzato, Clarice Monteiro Escott, Marcelo Diedrich de Souza, Patrik de Souza Rocha e Lediane Chagas Marques

Instituto Federal do Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Porto Alegre, Brasil. E-mails: michelle.pizzato@poa.ifrs.edu.br, clarice.escott@poa.ifrs.edu.br, marcelo.diedrich88@gmail.com, patrikciano@gmail.com, ledianemarques@gmail.com

Resumo: Em virtude do uso corriqueiro, mas pouco fundamentado dos termos “atitude investigativa” e “atitude científica” por profissionais da área de Educação em Ciências, este trabalho busca apresentar um levantamento conceitual a respeito destes termos, bem como a desambiguação com os conceitos “habilidade científica” e “habilidade investigativa”. Para tanto, foram selecionados 37 artigos que apresentavam definições e atributos (características) para os termos mencionados e associação à área de Educação em Ciências. Os resultados apontam para uma concepção mais restrita de atitude investigativa com relação a bases cognitivas, tais como a ética na ciência e as crenças científicas, diferenciando-se nesse sentido da concepção encontrada para atitude científica. Já as habilidades investigativas e científicas se sobrepõem conceitualmente, diferenciando-se das atitudes por apresentarem caráter comportamental. Para todos os conceitos, foi encontrada uma ampla gama de atributos, com similaridades e diferenças de acordo com suas definições, indicando a complexidade de caracterização dos mesmos.

Palavras-chave: atitude investigativa, atitude científica, habilidades.

Title: What are investigative and scientific attitudes, by the way?

Abstract: Due to the common but underused use of the terms “investigative attitude” and “scientific attitude” by professionals in the area of Science Education, this work seeks to present a conceptual survey about these terms, as well as the disambiguation with the concepts “scientific skill” and “investigative skill”. For that, 37 papers that presented definitions and attributes (characteristics) for the mentioned terms and association to the area of Science Education were selected. The results point to a narrower conception of investigative attitude towards cognitive bases, such as ethics in science and scientific beliefs, differing in this sense from the conception found for scientific attitude. Already the investigative and scientific skills overlap conceptually, differing from the attitudes because they present behavioral character. For all concepts, a wide range of attributes were found, with similarities and differences according to their definitions, indicating the complexity of their characterization.

Keywords: investigative attitude, scientific attitude, skills.

Introdução

Segundo Wang, Guo e Jou (2015), desde a reforma da educação científica internacional durante a década de 1960, as atitudes e habilidades de investigação científica tornaram-se o foco de educadores de ciência em todo o mundo. Atualmente, os currículos de muitos países propõem como objetivo o ensino de uma série de habilidades científicas, tais como a capacidade de analisar dados, de planejar pesquisas para tentar resolver um problema ou de interpretar resultados de um experimento (Di Mauro, Furman e Bravo, 2015). No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica expressam que a organização do trabalho pedagógico deve considerar, entre outros aspectos, “as atividades que mobilizem o raciocínio, as atitudes investigativas, a articulação entre a escola e a comunidade e o acesso aos espaços de expressão cultural” (Ministério da Educação Brasil, 2013, p. 120).

No entanto, embora existam numerosos estudos acerca de saberes conceituais de ciências, ainda se conhece e se estuda muito pouco sobre as atitudes e habilidades investigativas presentes nos alunos de distintas idades e os processos pelos quais essas capacidades se desenvolvem (Di Mauro et al., 2015; Mukhopadhyay, 2014). A busca do termo “atitude investigativa” no portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – www.periodicos.capes.gov.br), por exemplo, resulta em apenas 29 artigos, sendo apenas um associado ao Ensino de Ciências (Pizzato et al., 2013). Além disso, a falta de uma definição do termo e o uso corriqueiro de expressões tais como “atitude científica”, “habilidade investigativa” e “habilidade científica” como sinônimos provocam certa confusão que pode ser uma das causas da dificuldade de professores avaliarem os conhecimentos atitudinais associados ao processo de investigação científica, o que é um dos principais objetivos da educação científica (Lacap, 2015). As Diretrizes citadas anteriormente, por exemplo, não esclarecem o que tratam por atitudes investigativas, e ainda fazem uso do termo “atitude científica” ao indicar que a prática de pesquisa na escola

propicia o desenvolvimento da atitude científica, o que significa contribuir, entre outros aspectos, para o desenvolvimento de condições de, ao longo da vida, interpretar, analisar, criticar, refletir, rejeitar ideias fechadas, aprender, buscar soluções e propor alternativas, potencializadas pela investigação e pela responsabilidade ética assumida diante das questões políticas, sociais, culturais e econômicas (Ministério da Educação Brasil, 2013, p. 136).

Os motivos para a consideração das atitudes e habilidades investigativas e científicas como um produto importante do ensino de ciências também são bastante similares, o que colabora para a ambiguidade no uso dos termos e consequentemente para a superficialidade de entendimento sobre os mesmos. Gobert, Kim, Sao Pedro, Kennedy e Betts (2015), por exemplo, tratam as atitudes investigativas como sendo as atitudes do século XXI, uma vez que são importantes para o desenvolvimento de pensadores inovadores necessários para uma economia baseada no conhecimento. Para Harrison (2014), as habilidades investigativas são o que os alunos usam para dar sentido ao mundo ao seu redor. Essas habilidades são

importantes, tanto para criar cidadãos que possam ver o sentido da ciência no mundo em que vivem, para que tomem decisões informadas e também desenvolvam raciocínio científico, quanto para aqueles que sigam futuras carreiras científicas ou carreiras que exijam a abordagem lógica que a ciência incentiva.

Já para Lacap (2015), incluir o desenvolvimento da atitude científica entre os principais objetivos da educação científica pode ser justificado por duas razões: que esses atributos tipificam o cientista bem-sucedido, e que o aprendiz que adotar o mesmo padrão perceberá o mundo como um cientista; e que esses atributos são de valor para o aluno, independentemente da sua suposta conexão com a ciência. De modo complementar, para Panneerselvam e Muthamizhselvan (2015), a atitude científica refere-se à perspectiva de um indivíduo em relação à vida, uma vez que predispõe uma pessoa a se envolver em uma ação responsável depois de pesar as possíveis consequências de opções alternativas, usando argumentos racionais.

Também para Mukhopadhyay (2014), o desenvolvimento da atitude científica é um dos resultados mais importantes, tanto quanto os aspectos cognitivos, da educação científica. Segundo esse autor, a atitude científica encoraja a mente questionadora e um espírito de indagação; sem isso, estudos de ciência na escola só significarão a aceitação de dogmas e a apropriação acrítica de conhecimentos que pouco contribuirão para o processo de mudança social.

Considerando o exposto até o momento, este trabalho busca apresentar um levantamento conceitual a respeito dos termos “atitude investigativa” e “atitude científica”, com vistas a delinear definições para os mesmos, assim como identificar possíveis atributos (características) que possam servir de substrato teórico para pesquisadores interessados pela temáticas e de base ou critérios para avaliações atitudinais por professores de ciências. Além disso, buscar-se-á a desambiguação destes com os conceitos “habilidade científica” e “habilidade investigativa”.

O conceito de atitude

Segundo Panneerselvam e Muthamizhselvan (2015), a atitude é um conceito psicológico definido como a prontidão da mente para responder a um objeto, pessoa ou situação, ou seja, uma orientação ou disposição ou uma espécie de prontidão para reagir de uma certa maneira. Assim, a atitude é algo que um indivíduo carrega consigo numa espécie de forma latente e pode manifestar-se no comportamento somente quando surge uma ocasião. Pitafi e Farooq (2012) corroboram com essa definição, ao tratarem a atitude como predisposição para pensar, sentir, perceber e se comportar em direção a um objeto cognitivo.

Para esses autores, a atitude é um fenômeno complexo cuja natureza pode ser assim caracterizada:

a) as atitudes são aprendidas: não são inatas, mas sim aprendidas e são duradouras como todas as outras aprendizagens, podendo ser modificadas ao longo do tempo. Essas modificações são baseadas em alguns

determinantes, como cultura, tensões, necessidades, emoções, experiências, provisões, etc.

b) as atitudes são aprendidas em uma sociedade: a aprendizagem das atitudes ocorre em uma sociedade, tanto formal como informalmente, portanto, as atitudes são orientadas para a cultura. Elas evoluem à medida que os indivíduos são expostos às ideias de seus pais, colegas, professores, vizinhos e outras pessoas importantes, e através do folclore de uma cultura, e geralmente persistem não modificadas, a menos que sejam desafiadas.

c) as atitudes são afetadas por normas de grupo: uma das classes de fatores mais importantes, que constituem uma pressão para a conformidade de atitudes e comportamentos são as normas do grupo. Assim, as atitudes de um indivíduo são modificadas com referência às normas do grupo em que tal indivíduo passa a ser colocado.

d) as atitudes determinam o comportamento: a importância da atitude pode ser deduzida do fato de que as atitudes determinam o comportamento. As atitudes de um indivíduo fazem uma profunda diferença na determinação de qual das várias possíveis respostas condicionadas se manifestará em um determinado momento, ou seja, as atitudes controlam o comportamento através de um processo de seleção no repertório de respostas disponíveis.

Metodologia

A literatura foi coletada no período de março-julho de 2014, e em agosto-setembro de 2016 foi realizada uma revisão dessa coleta. Ambas (a coleta inicial e a revisão) ocorreram por meio do Portal de Periódicos da CAPES (Portal que contempla importantes bases de dados como Scielo, Web of Science, Eric Database, entre outras), utilizando como termos de busca principais: atitude investigativa, actitud investigativa, investigative attitude, inquiry attitude, research attitude, habilidade investigativa, habilidad investigativa, inquiry skill, investigation skill, atitude científica, actitud científica, scientific attitude, habilidade científica, habilidade científica, scientific skill, sempre associados aos termos educação em ciências e ensino de ciências, e suas variantes em espanhol e em inglês de acordo com o idioma do termo de busca principal. Como ferramentas de refinamento de busca, optou-se por periódicos revisados por pares e artigos com data de publicação entre 1997 e 2016.

Sobre os artigos assim selecionados (128), fez-se a busca dos termos principais na integralidade de cada texto, a fim de retirar do estudo aqueles que apenas citavam os termos, sem apresentar qualquer definição, caracterização ou estudo empírico sobre os mesmos.

Por fim, sobre os artigos que permaneceram (37) foi realizada uma análise de conteúdo com vistas a identificar definições e atributos para os termos principais. É importante frisar que, mesmo se tratando de uma pesquisa de caráter qualitativo, vamos analisar alguns resultados quantitativos para fins de complementação da análise de conteúdo. Para melhor visualização, os resultados foram organizados em tabelas (Anexos) de acordo com as definições encontradas para os termos habilidade

investigativa/científica e atitude investigativa/científica, e com os atributos (características) encontrados associados aos mesmos termos.

Resultados

Inicialmente, cabe-nos apontar a quantidade de artigos encontrados que continham os termos: de um total de 128 artigos, apenas 37 continham alguma definição ou caracterização dos mesmos, o que reforça nossa hipótese de que os termos são empregados supondo que os leitores saibam seus significados. Cabe ressaltar que, quando nos referimos aos artigos apenas citarem os termos e não apresentarem definição nem caracterização dos mesmos, isso envolve a inexistência de citação de alguma referência que sustente seu uso.

Já dos 37 artigos da seleção final, 28 deles traziam os termos “habilidade investigativa” e “habilidade científica” (em seus idiomas de origem), enquanto que os 9 restantes utilizavam os termos “atitude investigativa” e “atitude científica”. Essa diferença pode estar associada tanto à natureza mais complexa dos conceitos de atitude investigativa/científica (como discutiremos posteriormente) quanto ao período de publicação: o primeiro artigo encontrado com o termo “atitude científica” é de 2008, enquanto que o primeiro artigo com o termo “habilidade investigativa” é de 1998, indicando um olhar mais recente - e possivelmente por isso com menor incidência - sobre os conceitos de atitude investigativa/científica.

Com relação aos idiomas, a predominância de artigos em inglês era esperada; no entanto, chama a atenção a presença de apenas um artigo em língua portuguesa, e mesmo os artigos nos outros idiomas não estão associados a pesquisadores de países lusófonos, o que demonstra a pouquíssima exploração da temática nas pesquisas em Educação em Ciências nestes países.

Definições e atributos para habilidade/atitude investigativa/científica

A Tabela 1 apresenta as definições encontradas para os termos “habilidade investigativa” e “habilidade científica” nos três idiomas pesquisados, enquanto que a Tabela 2 traz as definições para os termos “atitude investigativa” e “atitude científica” explícitas nos artigos analisados. As Tabelas 3 e 4 apresentam assinaladas os atributos citados nos artigos analisados com o termo “habilidade investigativa”; a Tabela 5, os atributos citados com o termo “habilidade científica”; e a Tabela 6, os atributos citados nos artigos analisados com os termos “atitude investigativa” e “atitude científica”. Ao final das Tabelas 4, 5 e 6, são apresentados o número total de artigos que citam cada atributo.

Para fins de comparação entre os atributos de habilidade investigativa e habilidade científica, as Tabelas 3, 4 e 5 foram elaboradas com todos os atributos encontrados para ambos os termos. De forma semelhante, optamos por apresentar os atributos para atitudes investigativa e científica na mesma tabela (Tabela 6) a fim de facilitar a análise comparativa. Assim, os trabalhos foram agrupados por colunas (“atitude investigativa” ou “atitude científica” de acordo com o termo empregado no trabalho) e dentro destas organizados cronologicamente de acordo com o ano de publicação.

Discussões

Definições para habilidade/atitude investigativa/científica

Dos 28 artigos em que constavam os termos “habilidade investigativa” e “habilidade científica”, apenas 6 apresentaram explicitamente definições destes, o que nos leva a pensar que as habilidades investigativas/científicas são principalmente reconhecidas pelos seus atributos (características) do que compreendidas conceitualmente. Por outro lado, mesmo dando ênfase à habilidade, faculdade ou capacidade, que comumente remetem a ações e aspectos procedimentais, algumas dessas definições associam à tal capacidade um caráter epistemológico, no sentido de que tal habilidade estaria voltada à construção de conhecimento.

Chama a atenção ainda que dos 6 artigos apenas 1 utilize o termo “habilidade científica”, apresentando como principal diferença, para as definições encontradas para “habilidade investigativa”, a questão da construção de conhecimento na área de ciências naturais. Nesse caso, os autores (Di Mauro et al., 2015) descrevem que essa definição é para o trabalho em questão, sem esclarecer, contudo, se a mesma pode ser generalizada.

Diferentemente do número reduzido de trabalhos que apresentam definições para habilidade investigativa/científica, a maioria dos trabalhos que traziam os termos “atitude investigativa” e “atitude científica” apresentaram explicitamente alguma definição (6 de 9), como mostra a Tabela 2.

É possível perceber uma complexidade maior nas definições para atitude investigativa/científica em comparação com as de habilidade investigativa/científica. Tal complexidade parece estar associada à noção de que a atitude é primordial à habilidade, no sentido de a primeira ser interna ao sujeito (“estado mental”, “disposição”, “condição”) e ser externalizada ou mesmo constituída por comportamentos (“tendência a reagir”, “constituída por expressões”, “conduta relacional”). Complementarmente, um aspecto comum a algumas das definições encontradas é a presença de um desencadeador de comportamento, tal como um problema, um interrogante ou uma incerteza.

As definições para “atitude investigativa” e para “atitude científica” parecem muito similares no que diz respeito à externalização do comportamento, isto é, ambas indicam ações associadas ao trabalho científico. No entanto, as definições de Pitafi e Farooq (2012) e de Mukhopadhyay (2014) dão indicativos de uma diferenciação quando apontam bases cognitivas para a atitude científica, tais como a ética da ciência e as crenças científicas, respectivamente.

Atributos para habilidade/atitude investigativa/científica

Inicialmente, chama a atenção o número de atributos para ambos os termos referentes às habilidades– 29 para habilidade investigativa e 28 para habilidade científica. Esses números, muito mais que apontar excesso ou falta de características para descrever tais habilidades, expressam a complexidade delas, no sentido de que as habilidades investigativas e científicas não são constituídas apenas por duas ou três, mas sim por uma

gama de características que contemplam todo o processo de investigação científica e que, além disso, não ocorrem instantânea nem simultaneamente, mas como etapas de um sistema complexo que vão se desencadeando ao longo do tempo e de acordo com o andamento do processo de investigação. Tal complexidade pode ser um dos motivos pelos quais as habilidades investigativa e científica sejam tão pouco consideradas em situações de ensino (como parte do processo avaliativo de estudantes de Educação Básica, por exemplo) ou de pesquisa (como objeto de estudo propriamente dito).

De modo geral, podemos dizer que os atributos citados para habilidade investigativa e habilidade científica são basicamente os mesmos, com poucas exceções. No caso da habilidade investigativa, não foram encontrados os atributos "avaliar implicações éticas", "discutir" e "trabalhar em equipe", atributos estes presentes em publicações que envolviam habilidade científica. Isso pode indicar uma diferença importante entre as habilidades investigativa e científica, que seria um caráter mais social da habilidade científica, no sentido de que essa envolveria a interação com e a consideração do outro (seja esse um indivíduo, um grupo ou o meio em que vive). Quanto à habilidade científica, não foram encontrados os atributos "testar hipóteses", "realizar investigações", "comparar dados", "usar modelos" e "analisar explicações". Contudo, de forma distinta ao analisado anteriormente, tais atributos ausentes podem ser contemplados por outros que foram encontrados nas publicações. Por exemplo, "realizar investigações" pode ser contemplado por "planejar investigações", "conduzir experimentos", "desenvolver explicações", e outros atributos que juntos poderiam ser caracterizados como "realizar investigações". Outro exemplo seria "comparar dados" podendo estar contemplado em "analisar dados/evidências".

Com relação à incidência, ressalta-se o atributo "formular hipóteses", presente em maior número em ambas as habilidades, juntamente com "propor perguntas", "planejar investigações", "projetar experimento", "controlar variáveis" (predominantes na habilidade investigativa), "observar", "coletar/registrar dados", "organizar dados" e "analisar dados/evidências" (predominantes na habilidade científica). Tais atributos parecem indicar um caráter hipotético-dedutivo e procedimental para ambas as habilidades, o que condiz com o encontrado para as definições das mesmas. No entanto, a nosso ver, para abarcar o desenvolvimento do caráter epistemológico, presente nas definições, em um indivíduo, faz-se necessário, ao menos, considerar o desenvolvimento da maior parte (senão da totalidade) dos atributos indicados nas Tabelas.

A indicação de atributos por publicação demonstra uma dispersão destes sem maiores similaridades, tendo algumas publicações indicado mais atributos e outras menos. Tal disparidade pode estar associada aos objetivos de cada publicação: por exemplo, os trabalhos de Strand-Cary e Klahr (2008) e de Gobert et al. (2015) tinham como foco a investigação das habilidades de controle de variáveis e de planejamento e condução de experimentos única e respectivamente; Park e Kim (1998) apresentam um conjunto grande de atributos e optam por analisar dois; e o trabalho de Lim, Hsu e Yeh, (2012) agrupou vários atributos para realizar uma análise mais ampla de habilidades desenvolvidas com o uso de uma simulação

computacional. Ou seja, o número de atributos indicados em cada publicação não representa a compreensão de seus autores com relação às mesmas, mas sim uma opção na escrita da publicação. O que é interessante perceber é o ano de publicação dos artigos que apresentam atributos e daqueles que trazem definições: em ambos os casos (habilidade investigativa e científica), as publicações com atributos antecedem as com definições. Além disso, foram encontradas apenas duas publicações associadas uma a cada termo contendo tanto definição como atributos (Strand-Cary e Klahr, 2008; e Di Mauro et al., 2015), o que mais uma vez nos remete à ideia de pouco aprofundamento e de busca recente quanto à elucidação sobre a natureza dessas definições por parte de pesquisadores da área de Educação em Ciências.

Com relação aos atributos encontrados em artigos que continham os termos atitude investigativa e atitude científica (Tabela 6), percebe-se uma clara diferença entre estes atributos e aqueles associados a habilidades investigativa e científica, no sentido de que, assim como as definições se diferenciavam por sua natureza - de caráter procedimental para as habilidades e de caráter atitudinal/emocional para as atitudes -, o mesmo acontece com os atributos. Também a complexidade dos atributos se assemelha a de suas definições: os atributos para atitudes parecem ser mais complexos, no sentido de tratarem-se de comportamentos ou condutas relacionais e, portanto, poderem ser constituídos por vários atributos para habilidades.

Ao compararmos os atributos para atitudes investigativa e científica, chama a atenção a curiosidade como atributo presente em todas as publicações para ambos os termos. De fato, tal atributo é bastante mencionado por professores, e um dos principais pedidos deles quando em formação continuada é por atividades que “despertem a curiosidade”. E não é à toa o uso do termo “despertar”, no sentido de fazer surgir algo que é intrínseco ao sujeito: segundo Maturana (2005), a curiosidade

É uma característica dos mamíferos que estão sempre dispostos a olhar, a tocar, a cheirar ou provar sem se deter por conta de um preconceito. Isso não quer dizer que a gente esteja permanentemente xeretando em tudo, mas que se está disposto a ver o novo com uma atitude de abertura que permite ver o novo (Maturana, 2005, p. 79).

O segundo atributo mais citado para ambas as atitudes é a racionalidade, que pode ser compreendida por diversos vieses de diferentes autores, mas que, no caso de se referir a ambas, nos remete à concepção de Toulmin (1977), que não tem a ver com a coerência interna de conceitos, mas sim com a maneira com que cada pessoa é capaz de mudar suas ideias de acordo com as experiências que vive:

(...) como cientistas naturais, os homens mostram sua racionalidade em sua disposição a abandonar o sonho de um único sistema universal de pensamento que possua uma autoridade exclusiva e a revisar qualquer de seus conceitos e teorias a medida que se amplia e aprofunda progressivamente sua experiência de mundo (Toulmin, 1977, p. 199).

Outros atributos encontrados para ambos os termos foram (em ordem decrescente de incidência) objetividade, mente aberta, parcimônia, ceticismo, colaboração e criatividade. À semelhança da racionalidade, a objetividade possui inúmeras interpretações de acordo com a vertente filosófica que se siga, e dada a extensão das reflexões já realizadas sobre tal atributo – Cupani (1989) é um dos autores que as fazem cuidadosamente, dedicando dez laudas para isso – não vamos nos ater a descrevê-las.

Quanto a atributos exclusivos, a atitude científica comporta uma gama maior e de certa forma bastante próxima ao que seria o perfil de um cientista e do trabalho científico descrito por epistemólogos da ciência dos séculos XX-XXI. Mentalidade crítica, honestidade intelectual, respeito pela evidência e aversão à superstição são características necessárias ao rigor metodológico que segundo Maturana (2001) diferencia cientistas de não cientistas. Para esse autor, a diferença entre o nosso operar como cientistas ou não cientistas se encontra no fato de que enquanto cientistas nos encontramos emocionalmente dispostos a aplicar rigorosamente e sempre os mesmos critérios de validação de nossos argumentos, ao passo que na vida cotidiana não somos tão cuidadosos, não temos tanto rigor conceitual e aplicamos diferentes critérios, mudando de um domínio para o outro no decorrer de nossos discursos. Já a vontade de mudar de opinião e a aceitação da incerteza são elementos presentes nas ideias de Popper (1975), Lakatos (1993), Feyerabend (1977), Kuhn (1982), Maturana (2001) e Toulmin (1977), enquanto que a busca da verdade e a precisão são mencionadas nas obras de Popper e Lakatos, embora os mesmos esclareçam que essa busca se trata mais bem de uma aproximação, ou, como explica Popper, "(...) da esperança de chegar mais perto da verdade" (Popper, 1975, p. 77).

Para os atributos exclusivos para a atitude investigativa, a maioria parece se aproximar de alguns atributos indicados para a atitude científica: a "consideração de implicações sociais" poderia estar incluída na "responsabilidade"; a "tolerância à ambiguidade" pode ser um atributo que se aproxime da "aceitação à incerteza", e a "persuasão" poderia estar contemplada nos atributos "determinação/persistência" e "mentalidade crítica". Já o atributo "autonomia" chama a atenção talvez mais pela sua ausência como atributo para atitude científica do que por sua presença na atitude investigativa. Novamente, depara-se com um atributo cujo significado varia conforme a vertente filosófica que se tome. Por exemplo, Oliveira (2011) apresenta três formas de autonomia da ciência (galileana, vannevariana e neoliberal) e analisa o que deve ser mantido e o que deve ser abandonado atualmente. Razera e Nardi (2006) exploram o conceito de autonomia moral (proposto por Piaget, que por sua vez se baseou em Kant, segundo os autores) ao estudarem sobre a ética no ensino de ciências. Ferreira (2015) trata da autonomia moral, intelectual e epistêmica em sua defesa do ensino de ciências para a formação de um sujeito virtuoso. Entretanto, por múltiplas que sejam, as concepções de autonomia encontradas apresentam como semelhança a associação concomitante com a liberdade e a responsabilidade, no sentido de que a autonomia incorre em sermos livres para realizar escolhas e ao mesmo tempo sermos responsáveis pelas mesmas.

Conclusões

Esse trabalho teve como objetivo apresentar uma desambiguação do termo "atitude investigativa" para outros termos comumente usados como sinônimos, quais sejam "atitude científica", "habilidade investigativa" e "habilidade científica". Para tanto, foi realizada uma análise sobre artigos publicados em três idiomas (inglês, espanhol e português) que continham os termos citados, e a partir disso foi possível levantar tanto definições como atributos para todos os termos.

Com relação às definições, foi possível constatar que as atitudes investigativa e científica diferenciam-se das habilidades por serem mais complexas, de caráter mental e serem externalizadas por comportamentos que são desencadeados por um problema ou uma incerteza. Já a principal diferença encontrada entre a atitude investigativa e a científica é que a segunda traz consigo bases cognitivas tais como a ética da ciência e as crenças científicas.

Com relação aos atributos, percebe-se que tanto as atitudes como as habilidades são amplamente caracterizadas, sendo que tais características contemplam todo o processo (atitudinal e procedimental) de investigação científica. Além disso, existem muitos atributos comuns às habilidades e às atitudes, como demonstra a Figura 1, a modo de exemplo e síntese, para o caso das atitudes investigativa e científica.

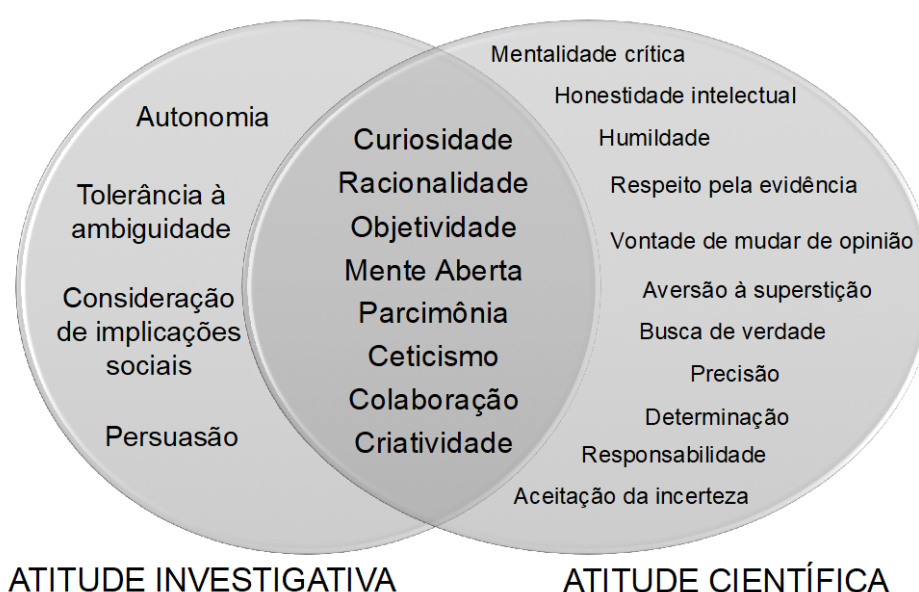


Figura 1.- Relação entre atributos das atitudes investigativa e científica.

Implicações

A identificação de uma ampla gama de características das atitudes/habilidades investigativas/científicas, resultado deste trabalho, pode explicar a dificuldade em avaliá-las em uma situação de ensino e em utilizá-las, quer seja como objeto de estudo ou como base teórico-metodológica, em situações de pesquisa. Juntamente com isso, a existência de atributos comuns nos leva a crer que os desenvolvimentos das habilidades/atitudes investigativas/científicas ocorrem simultaneamente.

Nesse sentido, acreditamos que esse trabalho possa servir de substrato para outras pesquisas da área de Educação em Ciências e outras áreas afins que busquem responder: quais habilidades estão associadas a quais atitudes? Como identificar as atitudes investigativa e científica em estudantes? É possível enfatizar o desenvolvimento de alguns atributos das atitudes? Quais atividades didáticas seriam as mais indicadas para o desenvolvimento das atitudes investigativa e científica?

Por fim, esperamos que os resultados deste trabalho sejam utilizados para motivar docentes a perceber e avaliar seus estudantes com relação a um dos âmbitos da educação científica muitas vezes ignorado, porém não menos relevante para a formação humana: o âmbito atitudinal.

Referências bibliográficas

Abir, A. e Dori, Y. J. (2013). Inquiry, Chemistry Understanding Levels, and Bilingual Learning. *Educación Química*, 24(1), 37-43. Em: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)73193-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)73193-8)

Bitan-Friedlander, N., Dreyfus, A., e Milgrom, Z. (2004). Types of "teachers in training": the reactions of primary school science teachers when confronted with the task of implementing an innovation. *Teaching and Teacher Education*, 20, 607-619. Em: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2004.06.007>

Brinson, J. R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers & Education*, 87, 218-237. Em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>

Çorlu, M. A., e Çorlu, M. S. (2012). Scientific Inquiry Based Professional Development Models in Teacher Education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(1), 514-521.

Cupani, A. (1989). A objetividade científica como problema filosófico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 6(especial), 18-29. Em: <https://doi.org/10.50>

Di Mauro, M. F., Furman, M., e Bravo, B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4. año. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 10(2), 1-10.

Ferreira, T. A. S. (2015). *Entendimento, conhecimento e autonomia: Virtudes Intelectuais e o Objetivo do Ensino de Ciências* (Tese Doutorado). Universidade Federal da Bahia, Brasil.

Feyerabend, P. (1977). *Contra o método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves.

Flory, S. L., Ingram, E. L., Heidinger, B. J., e Tintjer, T. (2005). Hands-On in the Non-Laboratory Classroom. *The American Biology Teacher*, 67(9), 542-547.

Gobert, J. D., Kim, Y. J., Sao Pedro, M. A., Kennedy, M., e Betts, C. G. (2015). Using educational data mining to assess students' skills at designing and conducting experiments within a complex systems microworld. *Thinking*

Skills and Creativity, 18, 81-90. Em: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.04.008>

Harrison, C. (2014). Assessment of Inquiry Skills in the SAILS Project. *Science Education International*, 25(1), 112-122.

Hershkovitz, A., Baker, R. S. J., Gobert, J., Wixon, M., e Sao Pedro, M. (2013). Discovery With Models: A Case Study on Carelessness in Computer-Based Science Inquiry. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1480-1499. Em: <https://doi.org/10.1177/0002764213479365>

Im, S., e Kim, O. J. (2014). An approach to teach Science to students with limited language proficiency: in the case of students with hearing impairment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 1393-1406. Em: <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9465-1>

Kennedy-Clark, S. (2011). Pre-service teachers' perspectives on using scenario-based virtual worlds in science education. *Computers & Education*, 57, 2224-2235.

Ketpichainarong, W., Panijpan, B., e Ruenwongsa, P. (2010). Enhanced learning of biotechnology students by an inquiry-based cellulase laboratory. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(2), 169-187.

Kuhn, D., Pease, M., e Wirkala, C. (2009). Coordinating the effects of multiple variables: A skill fundamental to scientific thinking. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 268-284. Em: <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.01.009>

Kuhn, T. S. (1982). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.

Lacap, M. P. (2015). The Scientific Attitudes of Students Major In Science in the New Teacher Education Curriculum. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 3(5), 7-15.

Lakatos, I. (1993). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.

Lin, L. -F., Hsu, Y.-S., e Yeh, Y.-F. (2012). The Role of Computer Simulation in an Inquiry-Based Learning Environment: Reconstructing Geological Events as Geologists. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 370-383. Em: <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9330-3>

MacLaren, R. D., Schulte, D., e Kennedy, J. (2012). Field Research Studying Whales in an Undergraduate Animal Behavior Laboratory. *Bioscene*, 38(1), 3-10.

Ministério da Educação Brasil (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica/ Ministério da Educação*. Brasília: MEC, SEB, DICEI.

Maturana, H. (2001). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte: Editora da UFMG.

Maturana, H. (2005). *El sentido de lo humano*. Santiago de Chile: J. C. Saéz Editor, 2005.

Michalsky, T. (2012). Shaping Self-Regulation in Science Teachers' Professional Growth: Inquiry Skills. *Science Education*, 96(6), 1106–1133. Em: <https://doi.org/10.1002/sce.21029>

Mukhopadhyay, R. (2014). Scientific attitude – some psychometric considerations. *IOSR Journal of Humanities And Social Science*, 19(1), 98-100.

Muñoz Cabas, D., Aular de Durán, J., Reyes, L. M., e Leal, M. (2010). Actitud investigativa en estudiantes de pregrado: indicadores conductuales, cognitivos y afectivos. *Multiciencias*, 10, 254-258.

Mustafa, M. I., e Trudel, L. (2013). The Impact of Cognitive Tools on the Development of the Inquiry Skills of High School Students in Physics. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 4(9), 124-129. Em: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2013.040920>

Oliveira, M. B. (2011) Formas de autonomia da ciência. *Scientia Studia*, 9(3), 527-561.

Oluwatelure, T. A. (2015). Gender Difference in Achievement and Attitude of Public Secondary School Students towards Science. *Journal of Education and Practice*, 6(2), 87-92.

Palmer, D. H. (2009). Student Interest Generated During an Inquiry Skills Lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147–165. Em: <https://doi.org/10.1002/tea.20263>

Panneerselvam, M., e Muthamizhselvan, M. (2015). The Secondary School students in relation to Scientific Attitude and Achievement in Science. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 5(2), 5-8.

Park, J., e Kim, I. (1998). Analysis of Students' Responses to Contradictory Results Obtained by Simple Observation or Controlling Variables. *Research in Science Education*, 28(3), 365-376. Em: <https://doi.org/10.1007/BF02461569>

Pellathy, S. L., Paul, J., Cartier, J. L., e Wittfeldt, C. (2007). Developing investigative skills purposefully: thoughtful planning transforms general skills into tools for understanding authentic scientific inquiry. *Science and Children*, 3, 46-49.

Pitafi, A. I., e Farooq, M. (2012). Measurement of scientific attitude of secondary school students in Pakistan. *Academic Research International*, 2, 379-392.

Pizzato, M. C., Roveda, R., Silva, C. B., Rocha, P., Sebastiany, A. P., e Escott, C. (2013). Investigando comportamentos investigativos em espaços não formais de ensino. *Enseñanza de las Ciencias, número extra*, 599-604.

Popper, K. R. (1975) *O conhecimento científico*. Belo Horizonte: Itatiaia Editora.

Qian, Y. (2009). 3D Multi-User Virtual Environments: Promising Directions for Science Education. *Science Educator*, 18(2), 25-29.

Razera, J. C. C., e Nardi, R. (2016). Ética no ensino de ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas

discussões de assuntos controvertidos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(1). Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol11/n1/v11_n1_a3.html.

Reyes, L. M., Aular de Durán, J., Palencia Piña, J., e Muñoz Cabas, D. (2010). Una visión integradora de la investigación estudiantil en pregrado *Revista de Ciencias Sociales*, 16(2), 251-259.

Smoláková, N., Svajda, J., Koróny, S., e Cincera, J. (2016). The Benefit of the GLOBE program for the Development of Inquiry Competence in the Czech and Slovak Contexts. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(16), 9507-9519.

Strand-Cary, M., e Klahr, D. (2008). Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path Independence. *Cognitive Development*, 23, 488-511. Em: <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.005>

Ting, C. -Y., e Phon-Amnuaisuk, S. (2009). Factors influencing the performance of Dynamic Decision Network for INQPRO. *Computers & Education*, 52, 762-780.

Ting, C. -Y., e Phon-Amnuaisuk, S. (2012). Properties of Bayesian student model for INQPRO. *Applied Intelligence*, 36, 391-406. Em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.12.003>

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana, Vol.1*. El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza.

Valderrama, J. M. (2008). Saberes previos y sentido común en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: un enfoque desde la historia epistemológica de las ciencias. *Ensaio*, 10(2), 340-350.

Wang, J., Guo, D., e Jou, M. (2015). A study on the effects of model-based inquiry pedagogy on students' inquiry skills in a virtual physics lab. *Computers in Human Behavior*, 49, 658-669. Em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.043>

Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., e Lai, G. (2007). Acquisition of Physics Content Knowledge and Scientific Inquiry Skills in a Robotics Summer Camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216. Em: <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782505>

Zúñiga, M. R., Arévalo, A. M., e Maggio, M. M. (2015). Actividades de demostración sobre "Leyes de los Gases" en clases de Ciencias de 8º básico: Contenidos y habilidades científicas, procesos cognitivos y participación verbal. *Estudios Pedagógicos*, 41(especial), 213-229. Em: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052015000300014>

Zúñiga, M. R., Arévalo, A. M., e Maggio, M. M. (2014). Coherencia curricular y oportunidades para aprender Ciencias. *Ciência e Educação*, 20(4), 955-970. Em: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400012>

Anexos

Artigo	Termo encontrado	Definição
	Investigative skill	Habilidades gerais que devem ser: aprendidas no contexto de uma grande ideia ou tema central; usadas propositadamente; e empregadas para obter dados ou informações.
Strand-Cary e Klahr (2008)	Inquiry skill	Habilidade em descobrir ou construir conhecimento para si mesmo
Wang et al. (2015)	Inquiry skill	Capacidade de um sujeito participar de investigações científicas
Brinson (2015)	Inquiry skill	O grau em que os sujeitos fazem observações, criam e testam hipóteses, geram desenhos experimentais e / ou adquirem uma epistemologia da ciência
Smoláková et al. (2016)	Investigation skill	Habilidades associadas às etapas específicas do ciclo de pesquisa
Di Mauro et al. (2015)	Habilidad científica	Faculdade de uma pessoa aplicar procedimentos cognitivos específicos relacionados com as formas de construir o conhecimento científico na área das ciências naturais.

Anexo 1.- Definições de habilidades investigativa e científica apresentadas nos artigos analisados.

Artigo	Termo encontrado	Definição
Muñoz Cabas et al. (2010)	Actitud investigativa	Disposição individual para resolver de maneira crítica as diferentes circunstâncias de incerteza, racionalidade e complexidade próprias do trabalho científico, constituída por expressões (ações, obras e discursos) presentes de maneira subjacente ou como expressões manifestas na atuação do investigador ante situações de incerteza (problemas de pesquisa).
Reyes et al. (2010)		
Pizzato et al. (2013)	Atitude investigativa	Fazer associado à curiosidade, isto é, como uma conduta relacional que pode ser identificada através de alguns comportamentos tais como formulação de perguntas e de hipóteses, coleta de dados, proposição de procedimentos ou de estratégias para resolução do problema, identificação do problema, entre outros.
Valderrama (2008)	Actitud científica	Tratada como uma condição de humanidade, uma vez que, diferentemente dos outros animais, os humanos estamos sempre insatisfeitos com nossa percepção de mundo, e por isso nos perguntamos pelos processos que ocorrem conosco e com nosso entorno (situação de interrogação permanente).
Pitafi e Farooq (2012)	Scientific attitude	O estado mental, mais ou menos persistente, que representa uma tendência a reagir, de acordo com a ética da ciência, em relação a uma classe designada de estímulos (um determinado ato ou pensamento científico).
Mukhopadhyay (2014)	Scientific attitude	São atributos de um indivíduo que não só se comporta de maneira desejável para qualquer empreendimento científico, mas também

		compreende por que os cientistas atuam como atuam. A atitude científica tem três componentes básicos: crença (base cognitiva da atitude científica, que fornece ao sujeito várias informações científicas), sentimento (associado à emoção, com base no qual um aprendiz de ciência desenvolve sua opinião), e ação (ou componente comportamental, é a tendência de um aprendiz de ciência atuar em direção a sua crença científica de acordo com sentimento ou opinião).
--	--	---

Anexo 2.- Definições de atitude investigativa e científica apresentadas nos artigos analisados.

Atributo	Park e Kim (1998)	Bitan-Friedlander, Dreyfus e Milgron (2004)	Flory et al. (2005)	Williams et al. (2007)	Strand-Cary e Klahr (2008)	Kuhn, Pease e Wirkala (2009)	Palmer (2009)	Qian (2009)	Ting e Phon-Amnuaisuk (2009)	Kennedy-Clark (2011)
Propor perguntas				x			x	x		
Definir / identificar problema										x
Formular hipóteses	x	x							x	x
Testar hipóteses										x
Analisar hipóteses										
Planejar investigações	x			x				x		
Realizar investigações				x				x		
Projetar experimento	x	x				x	x			
Conduzir experimentos	x	x							x	
Interpretar experimento						x				
Observar	x									
Medir	x									
Identificar variáveis									x	
Controlar variáveis	x				x				x	
Coletar / registrar dados				x			x	x		
Organizar dados										
Analisar dados / evidências	x									
Comparar dados									x	
Classificar	x									
Desenvolver descrições										
Desenvolver explicações			x	x				x		
Desenvolver modelos			x							
Usar modelos								x		
Argumentar				x						
Desenvolver previsões	x									
Estabelecer inferências	x									
Analisar explicações			x	x				x		
Avaliar implicações éticas										

Elaborar conclusões							x		
Comunicar	x			x				x	x
Discutir									
Trabalhar em equipe									

Anexo 3.- Atributos citados nos artigos analisados com o termo "habilidade investigativa".

Atributo	Çorlu e Çorlu (2012)	Lin et al. (2012)	Michalsky (2012)	Ting e Phon-Amnuaisuk (2012)	Abir e Dori (2013)	Hershkovitz et al. (2013)	Mustafa e Trudel (2013)	Im e Kim (2014)	Gobert et al. (2015)	Total
Propor perguntas			x		x		x			6
Definir / identificar problema	x									2
Formular hipóteses	x			x			x			7
Testar hipóteses						x				2
Analisar hipóteses								x		1
Planejar investigações		x	x				x			6
Realizar investigações		x	x				x			5
Projetar experimento		x				x			x	7
Conduzir experimentos	x								x	5
Interpretar experimento										1
Observar								x		2
Medir								x		2
Identificar variáveis		x		x	x		x			5
Controlar variáveis		x			x			x		6
Coletar / registrar dados							x			4
Organizar dados		x								1
Analisar dados / evidências		x	x				x	x		5
Comparar dados				x						2
Classificar								x		2
Desenvolver descrições		x								1
Desenvolver explicações		x	x							5
Desenvolver modelos		x	x							3
Usar modelos			x							2
Argumentar		x	x							3
Desenvolver previsões		x								2
Estabelecer inferências								x		2
Analisar explicações		x								4
Avaliar implicações éticas										0
Elaborar conclusões				x	x					3
Comunicar										4
Discutir										0
Trabalhar em equipe										0

Anexo 4.- Atributos citados nos artigos analisados com o termo "habilidade investigativa" (continuação).

Atributo	Ketpichainarong, Panijpane Ruenwongsa (2010)	MacLaren, Schulte e Kennedy (2012)	Zúñiga, Arévalo e Maggio (2014)	Zúñiga, Arévalo e Maggio (2015)	Di Mauro et al. (2015)	Total
Propor perguntas			x	x	x	3
Definir / identificar problema			x		x	2
Formular hipóteses	x		x	x	x	4
Testar hipóteses						0
Analisar hipóteses			x	x		2
Planejar investigações			x			1
Realizar investigações						0
Projetar experimento					x	1
Conduzir experimentos		x	x		x	3
Interpretar experimento					x	1
Observar		x	x	x	x	4
Medir					x	1
Identificar variáveis			x		x	2
Controlar variáveis					x	1
Coletar / registrar dados		x	x	x	x	4
Organizar dados	x		x	x	x	4
Analisar dados / evidências	x	x	x	x	x	5
Comparar dados						0
Classificar					x	1
Desenvolver descrições				x		1
Desenvolver explicações			x	x		2
Desenvolver modelos			x			1
Usar modelos						0
Argumentar			x	x		2
Desenvolver previsões					x	1
Estabelecer inferências					x	1
Analisar explicações						0
Avaliar implicações éticas				x		1
Elaborar conclusões			x		x	2
Comunicar		x			x	2
Discutir				x		1
Trabalhar em equipe		x				1

Anexo 5.- Atributos citados nos artigos analisados com o termo habilidade científica.

Atributo	Atitude investigativa			Atitude científica					Total
	Muñoz Cabas et al. (2010)	Reyes et al. (2010)	Pizzato et al. (2013)	Pitafi e Farooq (2012)	Mukhopadhyay (2014)	Lacap (2015)	Panneerselvam e Muthamizhselvan, (2015)	Oluwatelure (2015)	
Curiosidade	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Racionalidade	x	x		x	x	x	x	x	7
Objetividade			x	x	x	x	x	x	6
Mente aberta	x			x	x	x	x	x	6
Parcimônia			x		x	x	x	x	5
Ceticismo			x	x	x			x	4
Colaboração / cooperação	x		x		x				3
Criatividade			x		x		x		3
Consideração de implicações sociais	x	x							2
Autonomia	x	x							2
Tolerância à ambiguidade			x						1
Persuasão			x						1
Mentalidade crítica				x	x		x	x	4
Honestidade intelectual				x	x		x	x	4
Humildade / modéstia				x	x			x	3
Respeito pela evidência					x		x	x	3
Vontade de mudar de opinião					x		x	x	3
Aversão a superstição					x	x	x		3
Busca da verdade					x		x		2
Precisão							x	x	2
Determinação / persistência					x				1
Responsabilidade							x		1
Aceitação da incerteza					x				1

Anexo 6.- Atributos citados nos artigos analisados com os termos atitude investigativa e atitude científica.