

Estudo das habilidades cognitivas de estudantes da Educação Básica em atividades de investigação sobre identificação do amido em alimentos
Study of Cognitive Skills in Secondary Education Students in Research Activities on Starch Identification in Food

Andréia de Freitas Zômpero¹, Helenara R. Sampaio Figueiredo², Tiago Henrique dos Santos Garbim³

Universidade Norte do Paraná

¹andzomp@yahoo.com.br ²helenara.sampaio@yahoo.com.br ³tiagogarbim@yahoo.com.br

Recibido 20/03/2016 – Aceptado 18/12/2016

Resumo

O objetivo desta pesquisa realizada numa escola pública da cidade de Londrina no Brasil, com dez alunos do nono ano do Ensino Fundamental, foi identificar as habilidades cognitivas evidenciadas na atividade de investigação sobre a identificação do amido. Analisamos as hipóteses dos estudantes com base nos estudos de Zoller e adaptações dos níveis propostos por Suart e Marcondes, identificando nas respostas dos alunos as habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS) e as de baixa ordem (LOCS). A emissão das hipóteses estimulou habilidades para a compreensão científicas, como observação a identificação, a descrição e permitiu a manifestação de habilidades cognitivas, como a interpretação dos dados e a análise de variáveis.

Palavras-chave: Habilidades cognitivas, Amido, Atividade investigativa, Ensino de Ciências.

Abstract

The aim of this study conducted with ten ninth-year Elementary School students from a public school in Londrina, Paraná, Brazil was to identify the cognitive skills found in research activities on starch identification. The conclusion activity and the hypotheses proposed by students were analyzed according to Zoller's studies and adjustments of the categories proposed by Suart and Marcondes, recognizing Higher Order Cognitive Skills (HOCS) and Lower Order Cognitive Skills (LOCS) in their answers. Formulating hypotheses stimulated essential skills for the comprehension of scientific knowledge in students, such as observation, identification and description, allowing the manifestation of cognitive skills, such as data interpretation, variable analysis and the search for information to solve the problems proposed.

Keywords: Cognitive Skills, Starch Identification, Research Activity, Science Teaching.

Estudio de habilidades cognitivas de estudiantes de secundaria en actividades de investigación sobre identificación del almidón en los alimentos

Resumen

En este estudio presentamos una actividad de identificación del almidón que usualmente se menciona en libros didácticos de la disciplina de Ciencias, en el contenido referente a la alimentación. Elaboramos y aplicamos, de forma investigativa con alumnos de secundaria, actividades que buscaron conocer qué habilidades cognitivas son utilizadas por ellos al desarrollar una investigación.

Analizamos las hipótesis y conclusiones elaboradas por los alumnos con base en los estudios de Zoller et al. (2002), Zoller (2013) y las categorías propuestas por Suart y Marcondes (2009), identificando en las respuestas tanto las habilidades cognitivas de orden baja LOCS (Lower Order Cognitive Skills) como las de orden alta (HOCS: Higher Order Cognitive Skills). El reconocimiento del almidón es una actividad propuesta en los libros didácticos solamente para comprobar qué alimentos presentan almidón en su composición, a partir de la reacción con yodo. En consecuencia, el objetivo es identificar cuáles son las habilidades cognitivas que los alumnos desarrollan al llevar a cabo este tipo de actividades de investigación.

El proyecto de investigación se realizó en una escuela pública de la ciudad de Londrina (Brasil), y contó con la colaboración de diez estudiantes de noveno año de enseñanza fundamental, equivalente al tercer año de (ESO) en España. Los alumnos participaban de un proyecto investigativo sobre el desarrollo de habilidades cognitivas cuando son sometidos a actividades de investigación. La misma fue de tipo cualitativa, con estudios de caso descriptivos.

La actividad fue planeada y adaptada con base en la propuesta de *National Research Council* (2000; 2011), para que los estudiantes puedan realizar una investigación. Presentamos las conclusiones reproducidas por los educandos al final de la actividad en tres categorías: 1) Presencia de almidón en los alimentos, donde observamos que las respuestas de los alumnos fueron relacionadas a la identificación del almidón, no obstante, existe la falta de una complementación sobre la coloración que los alimentos presentan y cómo ocurre la reacción del almidón con el yodo; 2) Presencia del almidón en los alimentos y explicación sobre la reacción que ocurre. En esta categoría, las conclusiones de los estudiantes fueron vinculadas a la identificación del almidón, como también la explicación del proceso de reacción con el yodo y la composición del almidón; 3) La presencia del almidón en los alimentos, función del yodo en la actividad experimental y explicación de factores que influyen la coloración de los alimentos. Allí, los estudiantes reconocieron la existencia de almidón en el alimento, pero con explicaciones sin fundamentos científicos.

Existió un predominio de Habilidades Cognitivas de Alta Orden (HOCS) en oposición a las de Baja Orden (LOCS). La emisión de las hipótesis estimuló competencias fundamentales para la comprensión científica, como lo son la observación, identificación, descripción, observación de resultados al poner yodo a los alimentos y asociarlo a las discusiones y a los

conocimientos previos. Esto conduce a la construcción de nuevos significados, permitiendo la manifestación de habilidades cognitivas como interpretación de datos. De igual forma, observamos en algunas respuestas conexiones con evidencias del conocimiento científico. Los alumnos tuvieron contacto con las investigaciones presentes en la literatura, organizaron sus concepciones previas y así pudieron asimilar nuevos significados, consolidando estructuras de conocimientos ya existentes. Cuando los estudiantes organizaron un texto conclusivo, utilizaron habilidades de comparación, relación y sistematización de ideas (Caldeira, 2005). Por lo tanto, se puede considerar que la enseñanza por investigación promueve la participación de los alumnos de manera activa en la enseñanza y aprendizaje.

Palabras Clave: Habilidades cognitivas, Almidón, Actividades de investigación, Enseñanza de las Ciencias.

Introdução

As atividades de experimentação têm sido muito incentivadas no ensino de Ciências por favorecerem a aprendizagem conceitual. Além de despertarem o interesse dos alunos, essas atividades promovem também o desenvolvimento de habilidades cognitivas e quando problematizadas e discutidas pelos estudantes, favorecem também o desenvolvimento da argumentação.

Diversos autores como Hodson (1994) e Giani (2010), apontam que a experimentação é muitas vezes realizada apenas para mostrar o que o professor ministrou em suas aulas teóricas, preocupados em “comprovar teorias”, com roteiros parecidos a receitas de bolo, favorecendo mais a manipulação de instrumentos do que a reflexão dos estudantes.

Estudos de Freire (1982), Bachelard (1996), Honorato e Mion (2009) têm apontado a importância da problematização no ensino. Algumas metodologias, como nas atividades investigativas, defendem a problematização, mas por meio de uma ação investigativa. O ensino por investigação, o qual propõe a aplicação de atividades investigativas é pesquisado atualmente por autores como Suart e Marcondes (2009), Sasseron e Carvalho (2011), Zômpero e Laburú (2014), por favorecer a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem e contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas pertinentes à educação científica como observar, descrever, comparar, registrar dados, relacionar, interpretar dados, sistematizar conhecimentos, elaborar conclusões (Suart e Marcondes, 2009).

O ensino por meio de atividades de investigação, também denominadas em inglês como “inquiry”, é incentivado por documentos de ensino no Brasil como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias (Secretaria de Educação Média de Brasil, 2002), o Pacto Nacional para o fortalecimento do Ensino Médio (Ministério da Educação de Brasil, 2014) e pelo documento americano *National Research Council – NRC* (2000, 2011).

Apesar das orientações encontradas nos documentos, ainda persistem metodologias mais tradicionais no ensino. Nos livros didáticos da disciplina de Ciências, observa-

se os autores que sugerem atividades de experimentação sem propor nenhum tipo de questionamento ou problematização da atividade. Muitas delas podem ser enriquecidas com a apresentação inicial de um problema e posterior investigação sugerida pelo docente.

Neste estudo, elencamos a atividade de identificação do amido, bastante indicada na disciplina de Ciências para identificação de nutrientes dos alimentos, reelaboramos e aplicamos de maneira investigativa a alunos do Ensino Fundamental para buscar responder quais as habilidades cognitivas são mobilizadas pelos estudantes ao desenvolverem atividade de investigação. A identificação do amido é uma atividade normalmente proposta nos livros didáticos apenas para comprovar quais alimentos apresentam amido em sua composição. Assim, temos por objetivo identificar quais habilidades cognitivas os alunos evidenciam ao realizarem essa atividade investigativa.

Marco teórico

As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do "saber fazer". Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências, que são modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer (Primi et al., 2001).

Conforme aponta Lipman (1995), as pessoas já nascem com habilidades que lhes permitem o pensar. Porém, essas habilidades devem ser estimuladas e desenvolvidas na educação escolar. Assim, conforme o autor, habilidades sempre ocorrem de forma integrada a cada contexto ou situação problemática em que são exigidas. De acordo com Olson e Loucks-Horsley (2000), elas possibilitam aos estudantes saber aplicar ações de processamento de informações como observação, inferência e experimentação, à produção de conhecimento científico, para o qual usam raciocínio e pensamento crítico para desenvolverem sua compreensão a respeito de Ciência.

Caldeira (2005, p. 67) em seus estudos aponta algumas das habilidades que podem ser desenvolvidas pelo ensino de Ciências: observar; descrever; identificar; comparar; coletar dados; experimentar; somar ideias; elaborar tabelas, gráficos e esquemas; sistematizar por meio de textos, maquetes, relatórios; interpretar dados; relacionar. Na sequência as explicitamos com base na autora citada.

Para Caldeira (2005), observar é a habilidade mais importante para ser estimulada porque é fundamental para compreender fenômenos. Observar é olhar com atenção, notar, reparar. Observação é a ação de fazer um exame acurado de algo, atendo-se aos mínimos detalhes (Labarce, 2009, p. 63). Nesse sentido, Bachelard (1996) afirma que o conhecimento científico não pode ser construído a partir da observação desvinculada de uma teoria. Portanto uma observação não é neutra, mas é realizada com base nos conhecimentos prévios, que são evidenciados no momento em que os alunos emitem suas hipóteses.

A habilidade de descrever conforme Caldeira (2005) é perceber detalhes e características singulares dos fenômenos; identificar é a habilidade em que os alunos elencam ou apontam semelhanças, diferenças e aspectos específicos de seres vivos e fenômenos naturais. Para Labarce (2009, p. 63), a capacidade de identificar ou perceber pressuposições subjacentes é tão importante quanto a capacidade de inferir para o desenvolvimento correto do raciocínio. Quando bem desenvolvida, possibilita o desvendar dos mistérios.

Comparar, para Caldeira (2005) é a capacidade que possibilita estabelecer relações entre os fenômenos estudados e também o exame simultâneo de várias situações; coletar dados é a habilidade de buscar informações em situações da sua realidade; sistematizar é a capacidade de organizar os dados coletados com coerência; interpretar dados é a capacidade de levantar novas hipóteses, interpretar esquemas, classificar e categorizar dados, confrontar suposições; relacionar possibilita aos alunos estabelecer analogias, confrontos, associação entre fenômenos.

Para Labarce (2009), relacionar é a capacidade de estabelecer relações adequadas entre ideias. Conforme a autora, essa habilidade envolve a maneira pela qual estabelecem-se as relações entre coisas, objetos, seres de qualquer espécie, situações de semelhanças e diferenças.

Os diferentes níveis de demanda cognitiva apresentados pelos alunos para a resolução de problemas, segundo Zoller (1993, 2001, 2013), Zoller e Pushkin (2007), podem ser definidos em duas categorias: as habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS: *Lower Order Cognitive Skills*) e as de ordem alta (HOCS: *Higher Order Cognitive Skills*).

Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem são caracterizadas por capacidades tais como: conhecer, recordar/relembrar a informação ou aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares e resolução de exercícios; já as de Alta Ordem são referidas como aquelas capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo, que envolvem as implicações das situações apresentadas aos estudantes. De acordo com Zoller e Puskin (2007) aos alunos precisam ser capazes de reconhecer os aspectos relevantes dos problemas.

O autor define como questões HOCS os problemas não familiares para o estudante, que requerem para sua solução, conhecimento adicional, aplicação, análise e capacidades sintéticas, tal como fazer conexões e pensamentos avaliativos.

Questões que exigem processos algorítmicos ou aplicação e memorização de procedimentos para sua resolução são denominadas questões LOCS. Portanto, para a resolução de um problema ou para a compreensão de conceitos, o indivíduo, neste caso o aluno, pode necessitar de diferentes níveis de pensamento, diferentes demandas cognitivas; que se manifestam em processos mais complexos como reflexão e análise; ou, mais simples como memorização e aplicação de algoritmos. Nesta perspectiva de ensino os objetivos são diferentes do ensino tradicional pois a ênfase segundo Zoller (2012) é desenvolver nos estudantes a capacidade de transferência.

As habilidades cognitivas são avaliadas também em exames internacionais, como por exemplo, o *Programme for International Student Assessment (PISA)* - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes -, desenvolvido e coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC) no Brasil.

A prova PISA, aplicada na sua última edição no ano de 2015 a 63 países, avaliou dos estudantes participantes três competências necessárias para o letramento científico, explicar fenômenos cientificamente, que requer habilidades de reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos; avaliar e planejar investigações científicas para as quais são necessárias as habilidades de descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões; interpretar dados e evidências que relaciona-se com as habilidades de analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas (Inep, 2015).

Na prova PISA de 2012, as habilidades cognitivas avaliadas dos estudantes por meio das questões foram a transformação de informações; construção e comunicação de explicações e argumentos baseados em dados; raciocínio em termos de modelos; e utilização de processos, conhecimentos e habilidades matemáticas. As competências gerais para a prova foram reunidas em três grupos: identificar questões científicas, explicar fenômenos cientificamente e usar a evidência científica. As habilidades referentes a essas competências e que estão em convergência com aquelas propostas por Caldeira (2005) são: identificar elementos que devem ser comparados em uma investigação científica; descrever e interpretar fenômenos e prever mudanças; selecionar conclusões a partir de evidências; procurar argumentos contrários e favoráveis para conclusões retiradas de informações disponíveis; identificar os pressupostos, as evidências e a lógica que embasam as conclusões (Inep, 2012).

É possível perceber que as competências propostas por Caldeira (2005) se relacionam com algumas estabelecidas no PISA como identificar, descrever; comparar; somar ideias; sistematizar por meio de textos, maquetes, relatórios; interpretar dados e relacionar. Neste estudo, além dessas habilidades, avaliamos também nos alunos participantes da pesquisa, a capacidade de observação e de coletar dados, as quais são próprias de uma atividade de experimentação.

Na metodologia de ensino por investigação o foco não fica restrito apenas à aprendizagem dos conteúdos disciplinares. Neste sentido, Matthews (1994) afirma que a educação científica não pode restringir-se ao conhecimento de fatos e teorias científicas, mas sim, à introdução dos alunos à cultura científica, em que possam tomar contato com a sua natureza e a prática do conhecimento científico.

No modelo de ensino por investigação, que tem como base a teoria de John Dewey e Schwab, as atividades de aprendizagem são desenvolvidas a partir de um problema. Esta metodologia apresenta-se relevante do ponto de vista pedagógico, por contribuir para a aprendizagem de procedimentos e habilidades, além de conceitos (Zômpero, Figueiredo e Mello, 2013)

Conforme estudos de Zômpero e Laburu (2011) e Sá (2009), o termo ensino por investigação é polissêmico, por isso, há diferentes abordagens para essa prática. Por isso, no ano 2000, atualizado em 2011, foi elaborado um documento importante no cenário educacional norte-americano denominado *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, com o objetivo de orientar professores quanto ao ensino por investigação, o qual destaca a importância de os alunos engajarem-se com perguntas de orientação científica, priorizam evidências (provas), formular explicações a partir de evidências, o que lhes permite desenvolver comunicar e justificar suas propostas de explicação.

Considerando a realização de um experimento, é possível que os alunos desenvolvam a atividade utilizando a observação, que deve ser registrada por meio de desenhos ou em tabelas, para depois analisarem os dados e chegarem a uma conclusão. Antes de realizar a atividade prática, deve-se discutir com os estudantes a situação ou fenômeno que será estudado. Por fim, na fase pós-atividade, faz-se a discussão das observações, resultados e interpretações obtidos, tentando reconciliá-los com as hipóteses levantadas no início do procedimento investigativo (Borges, 2002).

O aluno deve, então, elaborar a conclusão das atividades, que podem ser realizadas por meio de relatórios produzidos individualmente ou em grupo. Por meio do texto escrito, é possível verificar a compreensão dos alunos sobre os conhecimentos que foram adquiridos em função da atividade investigativa realizada e também os conhecimentos que foram reorganizados, comparando-os aos conhecimentos prévios evidenciados no momento em que emitiram as hipóteses.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi realizada numa escola pública da cidade de Londrina no Brasil, com dez alunos do nono ano do Ensino Fundamental que participavam de um projeto de pesquisa sobre o desenvolvimento de habilidades cognitivas quando submetidos à atividades de investigação. Os alunos participantes estavam acostumados com metodologias mais tradicionais de ensino e não com atividades investigativas.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso descritivo. Nesse tipo de pesquisa, o papel do pesquisador tem relevância quando está pautado numa atuação crítica e criativa descrevendo, interpretando, explicando e encadeando evidências (Martins, 2008).

A atividade aplicada foi sobre o assunto "identificação do amido", porém adaptamos essa atividade com base na proposta do *National Research Council* (2000, 2011), para que os estudantes pudessem realizar uma investigação. Esse documento propõe que as atividades investigativas devem ter algumas características como, por exemplo, engajamento, priorização de evidências, conexão de evidências ao conhecimento científico, divulgação dos resultados. Essas características foram contempladas durante o desenvolvimento da atividade.

No ano anterior, os alumnos estudaram sobre alimentos e seus nutrientes, assim já apresentavam conhecimentos relativos ao conteúdo “nutrientes dos alimentos” e por esse motivo já contavam com conhecimentos para elaborarem suas hipóteses. No entanto, não haviam realizado atividades de experimentação para identificar nutrientes. As aulas foram ministradas de maneira mais expositiva, com vídeos, leitura de textos e resolução de exercícios.

A pesquisadora reuniu os estudantes em dois grupos com cinco alunos cada. Distribuiu para os grupos os seguintes alimentos para serem testados: bolacha, banana, tomate, cebola, melão, cenoura, batata, pão. Junto aos alimentos também foi distribuído um frasco de iodo a 2%. A pesquisadora pediu aos alunos para pingarem algumas gotas de iodo em cada alimento e observarem o que iria acontecer. Essa fase inicial da investigação foi necessária para instigar os alunos e engajá-los na atividade. Após finalizarem a pesquisadora colocou o primeiro problema:

Por que alguns alimentos mudaram de cor na presença do iodo? Em seguida os alunos deveriam, então, discutir elaborando suas hipóteses, considerando que já tinham conhecimentos sobre o conteúdo nutrientes dos alimentos, ministrado no ano anterior. Após as discussões e anotações das hipóteses a pesquisadora colocou o segundo problema:

O que há de comum nos alimentos que mudaram de cor na presença do iodo? O intuito dessa pergunta foi instiga-los, leva-los a comparar e classificar os alimentos que mudam e os que não mudam de cor, identificando regularidades nesse fenômeno. Novamente os estudantes discutiram e colocaram suas hipóteses. Em seguida a pesquisadora pediu que os alunos explicassem quais as “pistas” usaram para chegar nessa afirmação.

Após as discussões os alunos precisam articular as evidências observadas no experimento ao conhecimento científico, conforme proposto no *National Research Council* (2000, 2011), então, foram levados ao laboratório de informática da escola para pesquisarem sobre a identificação de nutrientes de alimentos, confrontarem suas hipóteses com o conhecimento científico e após elaborarem um texto para concluir a atividade, momento em que fazem a divulgação dos resultados. No momento em que os alunos realizaram a pesquisa bibliográfica, tiveram a oportunidade de conectarem as evidências, obtidas ao observarem a coloração dos alimentos, com o conhecimento científico representado pelo material consultado. Dessa maneira, contemplaram uma das propostas do *National Research Council* (2000, 2011), que diz respeito a conexão das evidências ao conhecimento e divulgação dos resultados por meio da conclusão que elaboraram.

Apresentação e análise de dados

Para análise das habilidades cognitivas que os alunos desenvolvem e manifestam durante as atividades de investigação, tomamos por base os estudos de Zoller (1993, 2013), Zoller e Puskin (2007), e as categorias de Suart e Marcondes (2009) que foram adaptadas com base no autor anteriormente citado para atender aos objetivos desta pesquisa.

Ao problema colocado "Por que alguns alimentos mudaram de cor na presença do iodo? A pesquisadora explicou a atividade dizendo que deveriam discuti-lo e colocar suas ideias com base no que estavam observando e também nos seus próprios conhecimentos. Então, os alunos emitiram diversas hipóteses sobre a mudança de cor nos alimentos, dentre elas a presença de sal em alguns alimentos e também o fato de o alimento ser "seco" ou "úmido", conforme o recorte a seguir:

Pelo sal presente em alguns alimentos, aceleração do bolor e pelo amido. Os alimentos mais secos ficaram pretos e os úmidos ficaram parecendo estragado. (A1, A6, A8)

O aluno A10, também considerou a presença de sal, mas acrescentou a hipótese de os alimentos com casca e também sobre maior quantidade de água.

Pelo sal presente em alguns alimentos, o aceleração do bolor e o amido observaram também que a cenoura, só a casca ficou preta e o único que não houve alteração foi a cebola. Os alimentos mais com pouca água ficaram pretos e os com maior quantidade de água só em algumas partes. (A10)

Outro grupo de alunos considerou a presença de amido na composição dos alimentos e também o fato de alguns alimentos serem "seco" ou terem "casca".

Os alimentos com presença de amido em sua composição como o pão e a bolacha mudaram de cor mais rápido e com uma cor mais intensa. Também os alimentos mais secos mudaram mais rápido. A cenoura possui a parte externa mais seca que afirma a hipótese dos alimentos mais secos. Também as cascas não mudaram de cor, talvez porque possui uma impermeabilidade maior do que o interior. (A2, A3, A4, A5 e A7)

A emissão de hipótese, que é característica de atividade de investigação, promoveu uma atividade intelectual ativa pelas discussões e reflexões ocorridas e também permitiu-lhes a exposição de seus conhecimentos prévios, já que para a formulação eles tomaram por base os conhecimentos que se encontram organizados na estrutura cognitiva. Para emitirem hipóteses foi necessário a manifestação de habilidades fundamentais para a compreensão científica como a observação, a identificação e a descrição (Caldeira, 2005). Com a discussão dessas hipóteses os alunos estavam mais engajados na atividade, isso proporcionou um ambiente adequado para a pesquisadora colocar o segundo problema. *O que há em comum nos alimentos que mudaram de cor na presença do amido?"*

A percepção das evidências é outra característica das atividades investigativas conforme o NRC (2000, 2011). Essas evidências foram identificadas quando os alunos indicaram as pistas que os levaram às hipóteses e posteriormente à resolução do problema. Neste caso, a observação dos resultados obtidos ao pingarem o iodo, associados

às discussões e aos conhecimentos prévios, levam a construção de novos significados e permite a manifestação de habilidades cognitivas, como a interpretação dos dados, conforme Caldeira (2005) e do tipo HOCS, segundo Zoller et al. (2002). Foram identificadas as evidências: “amido” e “água”, o fato de o alimento ser “úmido” ou “seco” e terem “casca”.

A composição dos alimentos como os principais itens o amido e a água. (A2, A3, A4, A5, A7)

As cores em que ficaram cada um dos alimentos que são mais úmidos e os mais secos. (A1, A6, A8, A9)

As cores que ficaram cada um dos alimentos os mais secos ficaram preto, alguns não mudaram de cor porque não conseguiu penetrar nos alimentos só a casca. (A10)

Em relação às conexões das evidências ao conhecimento científico os alunos tiveram contato com as pesquisas acerca do assunto, reorganizaram suas concepções prévias, puderam assimilar novos significados ou consolidar os que já existiam na estrutura de conhecimento. Observando os resultados obtidos com a atividade experimental, os alunos obtiveram as evidências do que é necessário para responder aos problemas propostos a eles, o que também caracteriza a atividade investigativa.

Na elaboração da conclusão é possível aos alunos o contato com diferentes informações para a resolução dos problemas, permite aos alunos reelaborarem seus conhecimentos e os expressarem da maneira como entenderam. Para elaborar a conclusão é necessário aos estudantes a habilidade de selecionar informações relevantes que estejam relacionadas ao problema que foi apresentado. No momento em que os alunos organizam o texto da conclusão, mobilizam as habilidades de comparar, relacionar e sistematizar ideias (Caldeira, 2005).

Apresentamos as conclusões produzidas pelos alunos ao final da atividade em três categorias:

Categoria 1: Presença do amido nos alimentos

Nesta categoria, observamos que as conclusões dos alunos foram relacionadas à identificação do amido, porém existe a falta de uma complementação sobre a coloração que os alimentos apresentam e também como ocorre a reação do amido com o iodo. É possível perceber a manifestação de algumas das habilidades do tipo HOCS, como por exemplo, a análise de variáveis com as relações causais entre os elementos do problema, conforme as respostas abaixo.

Concluimos que os alimentos que possuem amido mudam de cor e podem ficar preto ou roxo, e os que não possuem amido eles não mudam de cor, eles absorvem o iodo e ficam com uma leve coloração de amarronzado por causa da água. (A1, A4, A6, A8, A9)

Categoria 2: Presença do amido nos alimentos e explicação sobre a reação que ocorre.

Nesta categoria, as conclusões dos alunos foram relacionadas à identificação do amido e também explicitaram o processo de reação com o amido, o iodo e a composição do amido.

Chegamos à conclusão de que os alimentos que possuem amido em sua composição mudam de cor para algo meio entre azul e vermelho, uma coloração escura, o amido (amilase + amilopectina) reage com o iodo e eu acho que com essa conclusão, é o amido presente nos alimentos que testamos que fazem a reação com o iodo tornando os alimentos mais escuros. (A2, A3, A5, A7)

Categoria 3: Presença do amido nos alimentos, a função do iodo na atividade experimental e a explicação sobre os fatores que influenciam na coloração dos alimentos.

Nesta categoria, a conclusão acerca da presença de amido nos alimentos também ocorreu, mas com explicações equivocadas, já que alimentos que não têm amido não modificam sua cor na presença do iodo. O aluno procurou explicar a mudança de cor e a coloração dos alimentos ao reagir com o iodo. A resposta abaixo mostra as habilidades de analisar variáveis, identificar, relacionar, porém não estabeleceu corretamente as relações entre as variáveis e os elementos apresentados no problema. Nota-se que o estudante relaciona de maneira equivocada os alimentos que não têm amido com a absorção de iodo.

Os alimentos que têm amido ficaram com a cor preta ou roxa e os que não têm amido absorveram o iodo. A própria molécula do iodo que absorve luz visível e apresenta uma coloração que pode ser violeta, vermelho, marrom dependendo da concentração e do tipo de solvente em que ela está. (A10)

Nesta pesquisa analisamos as hipóteses dos estudantes com base nos estudos de Zoller et al. (2002) e adaptações dos níveis propostos por Suart e Marcondes (2009), identificando nas respostas dos alunos as habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS) e as de baixa ordem (LOCS). Organizamos nos quadros 1 e 2 as habilidades cognitivas utilizadas para análise das hipóteses e das conclusões dos estudantes.

Categoria de respostas HOCS (<i>Higher Order Cognitive Skills</i>)	Respostas dos alunos/Comentários (Hipóteses)	Respostas dos alunos /comentários (Conclusão da atividade)
Capacidade de elaboração de hipóteses.	Os alunos conseguiram discutir o problema e emitir hipóteses, conforme dados apontados acima.	

Seleção de informações relevantes.	<p>Pelo sal presente em alguns alimentos, aceleração do bolor e pelo amido. Os alimentos mais secos ficaram pretos e os úmidos ficaram parecendo estragado.</p> <p>Alimentos com casca e também com maior quantidade de água.</p> <p>A cenoura, só a casca ficou preta e o único que não houve alteração foi a cebola.</p>	<p>Chegamos à conclusão de que os alimentos que possuem amido em sua composição mudam de cor para algo meio entre azul e vermelho, uma coloração escura.</p> <p>Concluimos que os alimentos que possuem amido mudam de cor e podem ficar preto ou roxo, e os que não possuem amido eles não mudam de cor, eles absorvem o iodo e ficam com uma leve coloração de amarronzado por causa da água.</p>
Analisa variáveis ou relações causais entre os elementos do problema.	<p>Pelo sal presente em alguns alimentos.</p> <p>A composição dos alimentos como os principais itens o amido e a água.</p> <p>As cores em que ficaram cada um dos alimentos que são mais úmidos e os mais secos.</p> <p>As cores que ficaram cada um dos alimentos os mais secos ficaram preto, alguns não mudaram de cor porque não conseguiu penetrar nos alimentos só a casca.</p>	<p>Os alimentos que tem amido ficaram com a cor preta ou roxa e os que não tem amido absorveram o iodo.</p> <p>O amido reage com o iodo e eu acho que com essa conclusão, é o amido presente nos alimentos que testamos que fazem a reação com o iodo tornando os alimentos mais escuros.</p>
Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.		

Quadro 1: Categorias de respostas Higher Order Cognitive Skills (HOCS)

Categorias de respostas LOCS (Lower Order Cognitive Skills)	Respostas dos alunos/Comentários
Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado.	Todos os alunos conseguiram identificar o que deveria ser buscado no problema.
Não estabelece processos de controle para a seleção das informações.	A própria molécula do iodo que absorve luz visível e apresenta uma coloração que pode ser violeta, vermelho, marrom dependendo da concentração e do tipo de solvente em que ela está.

Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.	Apesar das respostas não terem sido coerentes com o conhecimento científico, os estudantes justificaram as respostas.
---	---

Quadro 2: Categorias de respostas Lower Order Cognitive Skills (LOCS)

Ao observarem as modificações entre os alimentos, é possível perceber que os alunos selecionaram, ao elaborarem as hipóteses, informações como presença do sal, da água, indicando os mais secos e os mais úmidos, a cenoura que teve pouca alteração de cor e a cebola em que não houve modificação na coloração. No texto da conclusão dos alunos, realizada após leitura do material, nota-se que houve também a seleção de informações no material consultado, quando os estudantes relatam que os alimentos mudam de cor devido à presença de amido em sua composição. Isso mostra que os estudantes relacionaram as hipóteses deles, observações e os dados obtidos, no caso, alimentos que mudavam de cor com as informações contidas nos textos consultados para resolverem o problema.

Outro aspecto que demonstra a manifestação de habilidades HOCS, conforme Zoller et al. (2002) é a análise de variáveis. Os alunos apontam como uma das variáveis o amido, comparando os alimentos que contém com os que não apresentam amido em sua composição; a variável sal para os alimentos que contém e os que não apresentam esse elemento, por fim, a variável umidade quando comparam os alimentos com água e os secos, sendo que os mais secos, nas explicações dos estudantes, sofreram alteração na cor. Assim, é possível averiguar que os estudantes identificaram variáveis e estabeleceram relações causais entre os elementos do problema, apesar de suas explicações não serem totalmente coerentes cientificamente.

Apesar de os estudantes terem tido acesso ao conteúdo sobre nutrientes dos alimentos no ano anterior, o qual foi ministrado de maneira expositiva e não terem realizado essa atividade de experimentação, eles já haviam estudado os carboidratos e os alimentos que apresentam amido em sua constituição. No entanto, percebe-se pelo envolvimento que tiveram na atividade que eles não se limitaram apenas em dar respostas prontas sobre o que produzia a mudança de cor dos alimentos em que o iodo foi pingado. Esse fato mostra que a atividade favoreceu a manifestação de habilidades cognitivas próprias da educação científica, como as apresentadas neste estudo.

Considerações finais

Neste estudo aplicamos uma atividade investigativa a estudantes do Ensino Fundamental que estavam acostumados com metodologias mais tradicionais de ensino. A atividade que aplicamos neste estudo apontou aspectos relevantes quanto à compreensão dos alunos frente a algumas das características do conhecimento científico e permitiu além da aprendizagem conceitual também a manifestação de habilidades cognitivas que são pertinentes à Educação Científica.

Conforme a análise apresentada acerca da atividade de identificação do amido, houve predomínio pelos estudantes das habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS) em relação as de baixa ordem (LOCS), evidenciadas na elaboração de hipóteses e na conclusão da atividade investigativa elaborada por eles. Ressaltamos também a promoção de uma atividade intelectual ativa pelas discussões e reflexões ocorridas, assim, pode-se considerar que o ensino por investigação promove a participação dos estudantes de maneira ativa nas situações de ensino e aprendizagem e favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem.

Concordamos com Zoller (2013), sobre a necessidade de uma mudança do ensino tradicional que propicie uma aprendizagem HOCS. Conforme argumenta o autor, a essência das reformas atuais em curso na educação científica, a nível mundial, é a mudança das habilidades contemporâneas dominantes tradicionais algorítmicos de ordem inferior cognitivas (LOCS) de ensino, para as habilidades cognitivas de ordem superior (HOCS). Para isso é necessário o comprometimento dos professores de Ciências e de formuladores de políticas nacionais de educação, visando, portanto, transformações que contribuam para inovar práticas educacionais com implicações para a construção do conhecimento escolar de maneira também a contribuir para necessidades formativas dos cidadãos na sociedade atual.

Agradecimentos

A pesquisa recebeu apoio financeiro de a agência de fomento FUNADESP (Fundação Nacional de desenvolvimento do ensino superior).

Referências bibliográficas

- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Borges, A.T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro Ensino de Física*, (19) 3: 291-313.
- Caldeira, A.M.A. (2005). *Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem*. Tese de Livre-docência. Unesp, Bauru.
- Freire, P. (1982). *Ação Cultural para a Liberdade*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Giani, K. (2010). *A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa*. Dissertação Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Brasília-DF, 190p.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3): 299-313.
- Honorato, M.A. e Mion, R.A. (2009). A importância da problematização na construção e na aquisição do conhecimento científico pelo sujeito. *Anais do VII ENPEC*, Florianópolis. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viipec/pdfs/874.pdf> consultado em 05 de março de 2016.
- Inep. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2015). *Matriz de avaliação de Ciências*. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_

- internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf consultado em 03 de março de 2016.
- Inep. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2012). Relatório Nacional LPisa. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf consultado em 03 de março de 2016.
- Labarce, E.C. (2009). *O Ensino de Biologia e o Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas por meio de Atividades Práticas e Contextualizadas*. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru. Disponível em: http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90913/labarce_ec_me_bauru.pdf?sequence=1 consultado em 01 de março de 2016.
- Lipman, M. (1995). *O pensar na educação*. Petrópolis: Vozes.
- Martins, G.A. (2008). *Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa*. 2 ed. São Paulo: Atlas.
- Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Ministério da Educação de Brasil. (2014). Formação de professores do ensino médio. Brasília. Secretaria de Educação Básica. Curitiba, UFPR/Setor de Educação. Disponível em: <http://pactoensinomedio.mec.gov.br> consultado em 18 de março de 2016.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. New York: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Cross cutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Olson, S. e Loucks-Horsley, S. (EDS.). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press. Disponível em: <http://www.nap.edu/books/0309064767/html/> or http://books.nap.edu/html/inquiry_addendum consultado em 2 de março de 2016.
- Primi, R.; Santos, A.A.A.; Vendramini, C.M.; Taxa, F.; Muller, F.; Lukjanenko, M.F., e Sampaio, I. (2001). Competências e habilidades cognitivas: diferentes definições dos mesmos construtos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 17(2): 151-159.
- Sá, E. F. de. (2009). *Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação*. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Sasseron, L.H. e Carvalho, A.M.P. (2011). "Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica". *Investigações em Ensino de Ciências*, 16 (1): 59-77.
- Secretaria de Educação Média e Tecnológica de Brasil. (2002). *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- Suart, R. de C e Marcondes, M.E.R. (2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, 14 (1): 50-74.
- Zoller, U. (1993). Are Lecture and Learning: Are They Compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. *Journal of Chemical Education*, 70 (3): 195-197.
- Zoller, U. (2001). Alternative Assessment as (Critical) Means of Facilitating HOCS-Promoting Teaching and Learning in Chemistry Education. *Chemistry Education Research and*

- Practice*, 2 (1): 9-17.
- Zoller, U. (2012). Science Education for Global Sustainability: What is necessary for Teaching, Learning and Assessment Strategies? *Journal of Chemical Education*, 89: 297-300.
- Zoller, U. (2013). Science, Technology, Environment, Society (STES) Literacy for Sustainability: What Should it Take in Chem/Science Education? *Educación Química*, México, 24 (2): 207-214.
- Zoller, U. e Pushkin, D. (2007). "Matching Higher Order Cognitive Skills (HOCS)-Promoting Goal with Problem-Based Laboratory Practice in a Freshman Organic Chemistry Course." *Chemical Education Research and Practice*, 8(2): 153-171.
- Zoller, U.; Dori, Y. e Lubezky, A. (2002). Algorithmic, LOCS and HOCS (Chemical) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. *International Journal of Science Education*, 24 (2): 185-203.
- Zômpero, A. de F. Figueiredo, H.R.S. e Mello, K.C. (2013). Diferenciação e reconciliação de significados produzidos por alunos dos Anos Iniciais em atividades investigativas: uma abordagem Ausbeliana. *Experiências em Ensino de Ciências*, 8(2): 116-125
- Zômpero, A. F e Laburú, C. E (2011). Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(3): 67-80.
- Zômpero, A.F e Laburú, C.E. (2014). Significados de fotossíntese produzidos por alunos do ensino fundamental a partir de conexões estabelecidas entre atividade investigativa e multimodos de representação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3): 242-266.