

논의기반 탐구(ABI) 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고 분석

박지연, 남정희*
부산대학교

Analysis of Epistemic Thinking in Middle School Students in an Argument-Based Inquiry(ABI) Science Class

Jiyeon Park, Jeonghee Nam*
Pusan National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 January 2019

Received in revised form

19 February 2019

4 June 2019

Accepted 11 June 2019

Keywords:

epistemic thinking,

Argument-Based Inquiry (ABI)

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine epistemic thinking in middle school students in an argument-based inquiry science class. Participants of the study were 93 9th grade students from four classes of a middle school in a metropolitan city. Observations were made over one semester during which argument-based inquiry lessons on five subjects were conducted. Data was collected from argument-based inquiry activity worksheets and student questionnaires.

After analysis of epistemic thinking in the written reflections, students were found to have the highest frequency of epistemic metacognitive skills, followed by epistemic cognition, epistemic metacognitive experience, and epistemic metacognitive knowledge. While investigating the effects of an argument-based inquiry science class on student epistemic thinking and after analysis of the reflections written for the first ABI activity and the fifth ABI activity, we found that all of the sub-elements of epistemic thinking have increased. The rate of growth for epistemic cognition is greatest, followed by epistemic metacognitive knowledge and epistemic metacognitive skills. Assessed for epistemic thinking, the level of epistemic thinking improved over the course of the argument-based inquiry science class.

The results of the survey show that students actively participating and being recognized for their active participation in the argument-based inquiry science class are helpful in understanding scientific knowledge. Therefore, an argument-based inquiry science class is a teaching and learning program that allows students to understand and experience the epistemic nature of scientific knowledge and its construction through collaboration and agreement.

1. 서론

21세기에 가장 두드러지고 영향력 있는 경향은 디지털 시대의 급격한 정보의 생산과 배포이다(Leu, Kinzer, Coiro, Castek, & Henry, 2013). 이러한 경향은 정보의 질, 진실성, 유용성에 대한 우려를 가져올 수 있으므로 현대 시민들은 다른 사람들의 주장에 대하여 비판적으로 사고하는 기술, 신념, 성향을 가져야 하며 주장에 대해 반박할 수 있는 능력을 지녀야 한다(Goldman *et al.*, 2010; National Education Association, 2014). 이를 위하여 교육은 사람들이 어떤 견해나 교리, 혹은 근거가 없는 악의적인 속임수로부터 인류에 긍정적으로 기여할 수 있는 지식을 식별하는 방법을 가르치는 것을 우선시해야 한다(Council of Chief State School Officers, 2010; NGSS Lead States, 2013).

지식의 본성과 앎의 과정에 대한 사고인 인식론적 사고(epistemic thinking)에 대한 연구의 주된 관심사는 사람들이 진리, 지식, 정당화와 같은 문제에 대해서 어떻게 생각하는지를 알아보는 것이다. 다양하고 수많은 지식이 생성되고 다루어야 할 정보도 급속하게 증가하는

시대에 사람들이 인식론적 문제를 어떻게 다루는가에 대한 이해는 매우 중요하다.

이러한 변화를 반영하여 2015 개정 교육과정 과학과 교육목표에서도 민주 시민으로서 소양을 강조하며, 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하는 평생학습 능력을 기른다는 목표가 추가되었다(Ministry of education, 2015). 평생학습자는 특정 분야에서 무엇을 지식으로 간주하는지 이해해야하며, 그러한 지식이 구성되기 위해서 사용되는 방법과 규범도 이해해야한다. 이러한 기술을 연마하면서 개인은 평생 동안 학습자로서 새로운 정보와 정보의 발달과정에 대해 평가해야 한다. 따라서 오늘날 교육의 역할은 학생들이 새로운 지식을 습득하도록 돕고 지식의 본성과 앎의 과정에 대한 사고를 발달시킬 수 있도록 돕는 것이어야 한다(Muis *et al.*, 2016).

사고가 인지과 메타인지(Schraw & Robinson, 2011; Swartz *et al.*, 2010)를 포함하는 것으로 보듯이, 인식론적 사고(epistemic thinking)는 인식론적 인지(epistemic cognition)와 인식론적 메타인지(epistemic metacognition)를 포함한다(Hofer, 2005; Richter & Schmid, 2010; Barzilai & Zohar, 2014). Barzilai & Zohar(2014)는 인식론적 사고와

* 교신저자 : 남정희 (jhnam@pusan.ac.kr)

** 이 논문은 박지연의 2018년도 박사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016S1A5A2A03926990)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.3.337>

관련하여 메타인지와 인지의 관계에 대해 재개념화 하면서 인식론적 사고와 메타인지가 부분적으로 중첩되며, 인식론적 사고는 인지와 메타인지를 모두 포함하지만 모든 메타인지가 인식론적일 수는 없다고 주장하였다. 따라서 사고는 인지와 메타인지로 구분되고, 인식론적 문제를 다루는지의 여부에 따라 인식론적 사고와 비인식론적 사고로 구분된다(Figure 1).

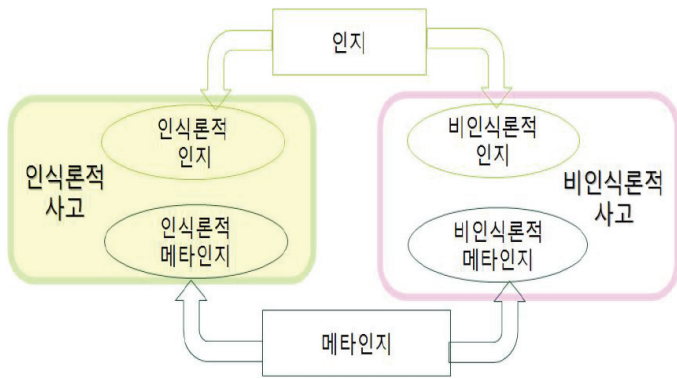


Figure 1. Organization of thinking

또한 메타인지에는 여러 구성 요소가 포함될 수 있다(Flavell, 1979). 메타인지의 구성 요소인 메타인지 기능(metacognitive skills)은 인지를 조절하는데 사용되는 행동 및 프로세스에 해당한다(Schraw & Moshman, 1995). 메타인지 지식(metacognitive knowledge)은 사람들이 인지에 대해 알고 있는 것을 말하며, 자기 자신과 다른 사람들의 인식에 대한 지식이나 신념, 인지적 작업과 전략에 관한 정보를 포함한다(Flavell, 1979). 메타인지의 세 번째 주요 구성 요소인 메타인지 경험(metacognitive experience)은 메타인지적 감정과 판단(Efklides, 2006, 2008)과 같이 인지 활동에 구체적으로 수반되는 의식적 또는 비의식적 경험이다(Flavell, 1979). 이에 따라 인식론적 메타인지의 구성요소를 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 메타인지 지식, 인식론적 메타인지 경험으로 나눌 수 있다(Barzilai & Zohar, 2016).

따라서 인식론적 사고는 인식론적 인지와 인식론적 메타인지로 구성되고 인식론적 메타인지는 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 메타인지 지식, 인식론적 메타인지 경험으로 구성된다. 인식론적 인지(Epistemic Cognition, EC)는 사람들이 특정 지식 주장을 하거나 특정 정보 출처의 신뢰성에 대한 인식론적 지위와 속성을 고려하는 것으로 특정 정보, 지식 주장, 그 출처에 대해서 고려하는 것뿐만 아니라 특정 정보 및 지식의 추론 과정에 참여하는 것을 의미한다(Barzilai & Zohar, 2016). 인식론적 메타인지 기능(Epistemic Metacognitive Skills, EMS)은 인식론적 목표의 달성을 위해 사용되는 메타인지 기술로 지식 구축, 정당화, 개인 지식의 본질에 대한 전략 및 프로세스의 계획, 모니터링, 평가와 같은 기술을 포함한다. 인식론적 메타인지 지식(Epistemic Metacognitive Knowledge, EMK)은 인식자로서 개인에 관한 지식, 다른 사람에 대한 지식, 보편적인 인간의 지식과 앎에 대한 지식을 포함하는 사람에 관한 인식론적 지식과 과제의 인식론적 본성에 관한 지식, 지식의 구성과 정당화 전략에 관한 지식을 포함하는 과제와 전략에 관한 인식론적 지식으로 구성된다. 인식론적 메타인지 경험(Epistemic Metacognitive Experience,

EME)은 지식의 정확성, 확실성, 일관성과 같은 지식과 앎의 본성과 관련된 메타인지 경험 및 지식의 구성과 정당화 과정에서 유발되는 메타인지 경험을 의미한다.

과학교육에서 지식과 앎에 대한 사람들의 사고인 인식론적 사고에 관심을 갖는 이유는 과학의 인식론적 본성에 대한 수준 높은 이해 그 자체가 과학교육의 목표이고, 수준 높은 인식론적 사고를 할수록 과학 개념의 학습과 실습 활동에서 향상된 성과를 나타낼 수 있기 때문이다(Elby & Hammer, 2001). 과학 지식의 본성에 대한 수준 높은 이해라고 하는 것은 일반적으로 과학적 지식이 확실하고 고정된 것이 아니라 잠정적이고 진보한다고 믿는 것이다. 그리고 과학 지식이 단편적인 것이 아니라 복잡하며 상호 연결되고, 과학적 지식이 권위보다는 증거와 일관성에 의존하며, 과학적 지식이 자연적으로 주어지는 것이 아니라 사람들에 의해서 구성된다는 것을 이해하는 하는 것이다(Lederman, 1992; Elby & Hammer, 2001). 과학 지식을 바라보는 이러한 관점은 논의를 통해서 과학 지식이 형성되는 것과 연결된다. 과학 지식은 구성원들의 논의활동을 통한 협상과 합의에 의해서 정당화되기 때문이다. 공동체에서 지식을 구성할 때, 과학적 논의는 주장을 정당화하고, 평가하고, 수정하고, 반박하는 행위는 활동의 중요한 부분이 된다(Ford, 2012). 이러한 논의활동은 지식, 진리, 정당화와 같은 인식론적 문제에 대해서 어떻게 다루는지에 대한 인식론적 사고와 연결된다.

과학교육에서는 논의와 더불어 글쓰기의 중요성이 강조되면서 과학 탐구 과정에 논의와 글쓰기를 접목시키려는 시도가 다양한 방법으로 이루어지고 있다(Keys et al., 1999; Sampson & Clark, 2008). 이러한 방법 중 하나가 논의기반 탐구(Argument-Based Inquiry, ABI) 과학수업으로, 과학탐구의 모든 과정에서 논의와 글쓰기를 강조할 뿐만 아니라 활동의 전체 과정에서 학생들 간에 협상과 합의 과정을 중요시하는 프로그램이다(Keys et al., 1999, Nam et al., 2008). 논의기반 탐구 과학수업이 개념학습, 사고력, 과학적 소양, 논의와 글쓰기 능력에 효과가 있다는 것이 다수의 국내외 연구자에 의해서 보고되었다(Keys et al., 1999; Hand et al., 2006; Prain, 2006; Nam et al., 2008, Jang et al., 2012). 그럼에도 불구하고 학생들의 인식론적 사고에 초점을 맞추어 이루어진 연구는 미비하다. 논의기반 탐구 과학수업이 학생들의 과학학습에 미치는 효과에 대한 본질적인 탐색을 위해서는 학생들의 추론, 문제 해결, 의사결정을 위한 지식과 신념을 다루는 사고의 과정을 묘사하는 인식론적 사고에 대한 연구가 요구된다.

따라서 이 연구에서는 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징과 논의기반 탐구 과학수업이 인식론적 사고에 미친 영향에 대한 학생들의 인식에 대해 알아보려고 하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 논의기반 탐구 과학수업이 학생들의 인식론적 사고를 향상시키는 교수학습 프로그램인지에 대해서 알아볼 수 있을 것이다.

이 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고는 어떠한가?
2. 논의기반 탐구 과학수업이 인식론적 사고에 미친 영향에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?

II. 연구방법

1. 연구 참여자

이 연구는 광역시에 위치한 여자 중학교 3학년 5개 학급 중 4개 학급 93명을 대상으로 실시하였다. 해당 학교는 주변 지역 학교와 비교하여 성취도 면에서 중하위권 수준이고 ‘교육복지우선지원사업’ 선정 학교로 저소득층 등의 교육취약계층 학생들이 상대적으로 많은 학교이다. 연구에 참여한 4개 학급은 모두 실험집단으로 편성하였고, 4개 학급 모두 각각 학업 성적을 고려하여 이질집단으로 구성된 6개 조로 편성하였으며 논의기반 탐구 과학수업은 조별로 이루어졌다. 교육과정에 따라 총 5개 주제의 논의기반 탐구 과학수업을 실시하였으며, 학생들은 논의기반 탐구 과학수업을 수행하기 전에 과학 교과에서 글쓰기나 논의 수업을 수행한 경험이 없었다.

이 연구에 참여한 교사는 중학교에 재직 중인 교직 경력 14년의 교사이며, 3년 동안 논의기반 탐구 활동을 과학 수업에 적용해 왔고, 과학교육 전공 박사과정에 재학 중이었다.

2. 논의기반 탐구(ABI) 과학수업 프로그램 개발 및 적용

논의기반 탐구(Argument-Based Inquiry, ABI) 과학수업은 학생들의 과학적 탐구와 개념이해를 향상시키고 메타인지를 촉진하기 위해 탐구 과정에 논의와 글쓰기를 적용한 학습전략으로, Keys *et al.*(1999)이 개발한 수업전략인 탐구적 과학 글쓰기 활동(Science Writing Heuristic, SWH)을 우리나라의 교육실정에 맞게 재구성한 프로그램이다(Nam *et al.*, 2008).

논의기반 탐구 과학수업은 의문 만들기, 실험 설계 및 수행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성의 6단계로 구성된다(Keys *et al.*, 1999; Nam *et al.*, 2008). 의문 만들기 단계에서 학생들은 주어진 여러 문제 상황에서 공통 요소를 찾아 자신이 궁금하고 알고 싶은 것에 대해서 나의 의문을 만들었다. 나의 의문은 조별 논의를 통해 조의 의문으로 발전하고, 조의 의문에 대한 학급 전체논의를 통해 하나의 학급 의문으로 통합되었다. 실험 설계 및 수행 단계에서는 의문을 해결하기 위해서 실험을 설계하고 수행하며, 관찰 단계에서는 학생들이 자신이 알아낸 실험 결과를 정리하였다. 주장과 증거 단계에서는 학급 의문을 해결하기 위해 실시한 탐구활동을 바탕으로 학급 의문에 대한 주장과 증거를 만들었다. 이 단계에서는 개별 학생이 작성한 나의 주장-증거를 토대로 조별 논의를 통해 합의된 조의 주장과 증거를 칠판에 게시하여 조별로 발표하고, 학급 논의가 이루어졌다. 학급 논의에서 학생들은 조의 주장을 정당화하기 위해서 근거를 제시하고, 논의 활동을 통해 주장과 증거의 타당성과 일관성을 평가한다. 이러한 인식론적인 활동을 통해 학생들은 조의 주장이 옳은 것인지 판단할 수 있으므로 학급 논의 후 주장을 변경할지 유지할지 선택하고, 주장을 다시 제안하였다. 읽기 단계에서는 학급 논의 후 결정된 주장에 대한 근거를 읽기 자료에서 찾아 자신의 생각과 비교하는 글쓰기를 하였고, 반성 단계에서는 논의기반 탐구 과학수업의 전체 과정을 되돌아보는 글쓰기를 하였다. 의문 만들기부터 주장과 증거를 발표하는 학급 논의는 수업시간에 이루어졌고, 읽기와 반성 단계는 학생들에게 과제로 제시하였다. 이 연구에서 적용한 논의기반 탐구 과학수업의 절차는 Table 1과 같다.

Table 1. Argument-Based Inquiry step applying students' claim modifications

단계	활동	차시
1. 의문 만들기	문제 상황 제시 나의 의문 조의 의문 결정(조별 논의) 학급의 의문 결정(학급 논의)	1차시
2. 실험 설계 및 수행	실험 설계 및 수행	
3. 관찰	결과 관찰 및 해석	
4. 주장과 증거	나의 주장과 증거 조의 주장과 증거(조별 논의) 조의 주장과 증거 발표 및 학급 논의	2차시
5. 읽기	조의 주장 변경/ 유지 결정 읽기 자료와 내 생각 비교	과제
6. 반성	개인별 반성 글쓰기 작성	

논의기반 탐구(ABI) 과학수업 프로그램은 실험 설계 및 수행 가능 여부에 따라 A유형과 B유형으로 구분한다(Lee, Bak, & Nam, 2015). ABI-A 유형은 논의기반 탐구 과학수업의 모든 단계를 수행하는 활동이고, ABI-B 유형은 실험 설계 단계를 자료 해석이나 모형 만들기로 대체한 활동이다. 논의기반 탐구 과학수업 프로그램 개발을 위해 중학교 3학년 과학 단원 중 탐구활동에 적절한 주제를 선정하여 총 5개의 프로그램을 개발하였다(Table 2). 이 연구에 활용된 모든 프로그램은 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사과정 4명으로부터 타당도를 검증받았다.

Table 2. Topics of Argument-Based Inquiry(ABI) activities

주제	단원명	활동 주제	유형
주제 1		물리변화와 화학변화	ABI-A
주제 2	II. 화학반응에서의 규칙성	질량보존법칙	ABI-A
주제 3		일정성분비법칙	ABI-B
주제 4		기체반응법칙	ABI-B
주제 5	V. 여러 가지 화학 반응	산과 염기	ABI-A

5개의 논의기반 탐구 과학수업 활동 중 주제 1, 주제 2, 주제 5의 세 개의 활동은 학생들이 학급의 의문을 해결하기 위해서 실험을 설계하고 수행하는 과정이 포함되도록 ABI-A유형으로 개발하였다. 주제 1의 ‘물리변화와 화학변화’ 활동에서 학생들은 양초에 불을 붙여 일어나는 물리변화와 화학변화를 관찰한 후, 양초의 성질이나 모양이 어떻게 변하는지에 대해서 주장과 증거를 세우는 활동을 하였고, 주제 2의 ‘질량보존법칙’ 활동에서는 양금반응과 기체가 발생하는 반응 전과 후의 질량을 측정하여 화학반응이 일어날 때 나타나는 질량변화에 대한 주장을 만들고, 이를 뒷받침하는 증거를 제시하는 활동을 하였다. 또한 주제 5는 ‘산과 염기의 분류’에 관한 활동으로, 산과 염기의 성질을 확인하는 여러 가지 실험을 설계하고 수행한 후에 산과 염기를 분류하는 기준에 대한 주장을 세우고 이를 뒷받침하는 증거를 제시하는 활동을 하였다.

주제 3과 주제 4는 실험 설계 단계가 생략된 ABI-B형으로 개발하였다. 주제 3의 ‘일정성분비 법칙’ 활동은 실험 설계 및 수행단계에서

반응물의 부피가 다른 양금 생성 반응에 대한 실험 결과를 제시한 후 볼트와 너트를 이용하여 실험결과에 가장 적합한 모형을 만드는 활동을 실시하였다. 주제 4에서는 ‘기체반응법칙’과 관련하여 수소와 산소가 반응하여 수증기가 생성되는 실험의 결과를 해석하고 실험 결과를 가장 잘 설명할 수 있는 모형을 찾는 활동을 실시하였다.

논의기반 탐구 과학수업의 전략에 따라 개발된 총 5개 활동을 2017년 4월부터 교육과정에 따라 과학수업에 순차적으로 적용하였다. 하나의 활동은 평균 2차시에 걸쳐 진행되었고, 수업의 모든 과정은 녹화하였다.

3. 자료 수집

논의기반 탐구 과학수업에 참여한 중학생들의 인식론적 사고를 분석하기 위해 반성 글쓰기 및 학생 설문 자료를 수집하였다.

반성 글쓰기는 논의기반 탐구 과학수업의 가장 마지막 단계에서 작성하는 글쓰기이다. 반성 글쓰기를 통해 학생들은 수업 전 과정에 대해 점검하고 학습한 내용과 활동 전 후의 생각 변화를 점검하며 생각을 변화시킨 요인에 대해 성찰한다. 따라서 반성 글쓰기는 논의기반 탐구 과학수업의 전체 활동에 대한 학생들의 인식론적 사고를 전반적으로 살펴 볼 수 있는 자료가 될 수 있기 때문에 본 연구에서는 반성 글쓰기에 국한하여 분석의 자료로 활용하였다. 반성은 개인적인 경험에 대한 인식을 향상시키기 위해 시도되는 인지적 과정으로 (Hullfish & Smith, 1961), 개인의 지식 구조 안에 새로운 개념을 흡수시키고 평가하는 것을 포함한다(Gray, 2007). 따라서 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징을 알아보기 위해 첫 번째 활동인 주제 1과 마지막 활동인 주제 5의 반성 글쓰기 자료를 수집하여 분석하였다.

또한 논의기반 탐구 과학수업이 학생들의 인식론적 사고에 미친 영향에 대한 학생 인식을 알아보기 위해서 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 과학 지식 이해에 미친 영향에 관한 3개 문항, 논의기반 탐구 과학수업 단계에 대한 3개 문항, 자기평가 5개 문항을 질문 내용에 맞게 리커트 7점 척도 문항, 선택형 문항, 자유 서술식 문항의 형태로 질문하였다. 설문조사는 논의기반 탐구 과학수업을 모두 끝낸 후 실시하였으며, 학생 설문지는 연구자가 초안을 작성하고 과학 전문가 1인 및 과학교육 박사 과정 1명과의 협의를 통해 수정하여 질문지 문항을 완성하였다.

4. 자료 분석

가. 반성 글쓰기

논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 학생들의 인식론적 사고의 특징을 알아보기 위해 활동의 마지막 단계에서 작성한 반성 글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고의 하위 요소 빈도수와 인식론적 사고의 다양성 수준을 인식론적 사고 분석틀을 이용하여 분석하였다.

인식론적 사고 분석틀은 Barzilai & Zohar(2016)의 연구에서 제시한 인식론적 사고 분석틀을 바탕으로 과학교육 전문가 1인, 과학교육 박사 학위 과정 2인, 과학교육 석사 학위 과정 1인이 합의하여 개발하였다(Table 3). 개발된 인식론적 사고 분석틀을 이용하여 과학 교육

박사과정 2명과 석사과정 1명이 무작위로 20명의 반성 글쓰기를 채점한 후 과학교육 전문가 1인과 함께 협의 과정을 거쳐 수정하였다. 수정된 분석틀로 하나의 검사지마다 두 명의 분석자가 채점하였으며, 채점자 사이의 점수 차이가 있을 경우에는 합의에 이를 때까지 지속적으로 협의 과정을 거쳤다.

인식론적 사고의 빈도수는 하위 요소인 인식론적 인지, 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 메타인지 지식, 인식론적 메타인지 경험에 해당하는 내용이 포함되어 있을 때 각각의 횟수를 측정하여 알아보았다.

인식론적 사고의 다양성 수준은 인식론적 사고의 4가지 하위 요소가 기술되는 종류의 다양한 정도에 따라 분석하였다. 반성 글쓰기에서 인식론적 사고와 관련된 내용이 전혀 포함되지 않으면 0 수준, 인식론적 사고의 네 개 하위 요소 중 한 개를 포함하면 1 수준, 두 개를 포함하면 2 수준, 세 개를 포함하면 3 수준, 네 개 모두를 포함하면 4 수준으로 평가하였다. 인식론적 사고의 네 개 구성 요소들은 서로 상호작용하는 특징이 있다. 인식론적 메타인지 지식은 인식론적 인지와 인식론적 메타인지 기능에 정보를 제공하는 반면, 인식론적 인지와 인식론적 메타인지 기능은 인식론적 메타인지 지식을 구축하기 위한 기반으로 사용된다(Muis, 2007). 그리고 인식론적 메타인지 경험은 지식의 구축 및 정당화 과정에 의해 유발된다. 따라서 인식론적 사고의 하위 구성 요소가 다양하게 나타나느냐에 따라 인식론적 사고의 다양성 수준을 평가하였다.

Table 3. Epistemic thinking in the written reflections analysis framework

	영역	평가 요소	평가 방법
1	인식론적 인지 (EC)	지식 원천의 속성 파악	
		주장의 정당화 및 타당성 평가	
		주장과 근거의 일관성 검토	
2	인식론적 메타인지 기능 (EMS)	인식론적 모니터링, 계획	평가 요소에 해당하는 내용이 있을 때 각각의 횟수를 측정
		인식론적 평가 (지식과 이해의 변화에 대한 평가)	
3	인식론적 메타인지 지식 (EMK)	자신, 타인, 사람에 관한 인식론적 성향에 관한 지식	
		전략과 과제에 관한 지식	
4	인식론적 메타인지 경험 (EME)	인식론적 호기심	
		인식론적 놀람	

인식론적 사고의 하위 요소 및 분석 방법에 대한 구체적인 설명을 다음과 같다.

1) 인식론적 인지(Epistemic Cognition, EC)

인식론적 인지는 사람들이 특정 지식을 주장하거나 특정 정보나 그 출처에 대해서 고려하는 것뿐만 아니라 지식의 추론 과정에 참여하는 것을 의미한다(Barzilai & Zohar, 2016). 지식 주장의 타당성을 사전 지식 및 다른 정보와의 일관성을 기반으로 검증하는 것(Richter, 2015), 주장을 지지하거나 반박할 증거를 사용하는 것(Sandoval & Millwood, 2005), 증거에 기초하여 모델을 구축하거나 개정하는 것(Chinn & Buckland, 2012)과 같은 인식론적 전략은 인식론적 인지에 관한 문헌에서 나타난다.

학생들의 반성 글쓰기에서 특정 정보나 자료 출처의 속성을 언급하는 것을 지식 원천의 속성을 파악하는 것으로 평가하였고, 학생들이 지식 주장을 하거나 증거를 사용하여 주장을 지지 또는 반박하는 것을 주장의 정당화 및 타당성을 평가하는 것으로 간주하였다. 또한 이러한 주장과 증거를 사전 지식 및 다른 정보와의 일관성을 기반으로 검증하는 것을 주장과 근거의 일관성 검토하는 것으로 평가하였다. 반성 글쓰기에서 이러한 진술이 나타나는 횟수를 측정하여 인식론적 인지를 분석하였다.

2) 인식론적 메타인지 기능(Epistemic Metacognitive Skills, EMS)

인식론적 메타인지 기능은 학생들이 무언가를 알아내고 이해하는 것과 관련된 인식론적 목표를 달성하기 위해서 적절한 전략이나 과정을 선택하여 비교, 분석, 평가하는 것이다. 인식론적 메타인지 기능은 지식 구축, 정당화, 개인 지식의 본질에 대한 전략 및 프로세스의 계획, 모니터링, 평가와 같은 기술을 포함한다. 학습 내용이나 주장에 대해서 자신의 처음 생각이 무엇이었는지 살펴보고 논의기반 탐구 과학수업을 하는 동안 생각이 어떻게 변하였는지 모니터링하고 학습 계획을 세우는 것뿐만 아니라 모니터링이나 계획에 대해서 평가하는 것까지 인식론적 메타인지 기능에 속한다. 이러한 인식론적 모니터링, 계획, 평가의 요소가 반성 글쓰기에 포함될 때, 인식론적 메타인지 기능으로 판단하여 그 횟수를 측정하였다.

3) 인식론적 메타인지 지식 (Epistemic Metacognitive Knowledge, EMK)

인식론적 메타인지 지식은 인식자로서 개인에 관한 지식, 다른 사람에 대한 지식, 보편적인 인간의 지식과 앎에 대한 지식을 포함하는 사람에 관한 인식론적 지식과 과제의 인식론적 본성에 관한 지식, 지식의 구성과 정당화 전략에 관한 지식을 포함하는 과제와 전략에 관한 인식론적 지식으로 구성된다.

반성 글쓰기에서 자신에 관한 지식, 다른 사람에 대한 지식을 진술하거나 인식론적 전략을 사용하는 시기, 이유, 방법에 대한 지식 및 전략의 신뢰성에 대한 지식을 진술하는 횟수를 측정하여 학생들의 인식론적 메타인지 지식을 분석하였다.

4) 인식론적 메타인지 경험 (Epistemic Metacognitive Experience, EME)

인식론적 메타인지 경험은 지식의 정확성, 확실성, 일관성과 같은 지식과 앎의 본성과 관련된 메타인지 경험 및 지식의 구성과 정당화 과정에서 유발되는 메타인지 경험을 의미한다.

학생들의 인식론적 메타인지 경험을 분석하기 위해서 반성 글쓰기에서 주장을 정당화하고 타당성이나 일관성을 검토하는 인식론적 인지의 과정 중에 느끼는 감정이나 관련 지식에 대해서 알고 싶은 인식론적인 호기심에 대해서 진술하는 횟수를 측정하였다.

나. 학생 설문지

논의기반 탐구 과학수업이 학생들의 인식론적 사고에 미친 영향에 대한 학생 인식을 알아보기 위해서 실시한 학생 설문조사는 질문 내용에 따라 리커트 척도 문항은 평균 점수를 구하였다. 선택형 문항은

학생 응답 빈도수를 백분율로 나타내어 분석하였으며, 서술형 문항은 학생 응답을 범주화 한 후 요소별로 빈도수와 학생 응답의 사례를 분석하였다. 리커트 7점 척도 문항은 매우 그렇지 않다 1점, 그렇지 않다 2점, 약간 그렇지 않다 3점, 보통이다 4점, 약간 그렇다 5점, 그렇다 6점, 매우 그렇다 7점으로 하여 평균점수를 구하였다.

III. 연구결과

논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징과 논의기반 탐구 과학수업이 인식론적 사고에 미친 영향에 대한 학생 인식에 대한 결과를 제시하였다.

1. 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 인식론적 사고의 특징

논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생의 인식론적 사고의 특징을 알아보기 위해서 첫 번째 활동인 주제 1과 마지막 활동인 주제 5의 반성 글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고의 하위 요소의 빈도수와 다양성의 수준을 분석하였다.

가. 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 인식론적 사고의 하위 요소의 빈도수

학생이 작성한 반성 글쓰기 내용에서 나타나는 인식론적 사고의 하위 요소인 인식론적 인지, 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 메타인지 지식, 인식론적 메타인지 경험으로 구분하여 각각의 빈도수와 비율을 분석하였다.

주제 1 ‘물리변화와 화학변화’ 활동의 반성 글쓰기에서 나타난 인식론적 사고는 총 379회였으며, 학생들이 자신의 이해를 모니터링하는 인식론적인 메타인지 기능 측면이 가장 높은 비율(199회, 52.5%)을 나타내었다. 특정 지식 또는 정보에 대한 인식과 관련된 인식론적 인지의 측면은 83회(21.9%)로 나타났으며, 인식론적 메타인지 경험과 인식론적 메타인지 지식은 각각 49회(12.9%), 48회(12.7%)로 나타났다. 주제 5 ‘산과 염기’ 활동의 반성 글쓰기에서도 하위요소의 비율은 주제 1과 같이 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 인지, 인식론적 메타인지 경험, 인식론적 메타인지 지식의 순서로 나타났다. 한편, 주제 5에서는 주제 1에 비하여 인식론적 사고의 총 빈도수가 352회 더 증가하여 92.9%의 증가를 보였다. 인식론적 사고의 하위 요소별 빈도수의 증가율은 인식론적 메타인지 기능 60.3%, 인식론적 메타인지 지식이 83.3%, 인식론적 인지가 103.6%, 인식론적 메타인지 경험 216.3%로 나타났다. 주제 1과 주제 5의 반성 글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고를 비교해보면, 하위 요소별 빈도수의 증가가 두드러지는 것을 알 수 있었다(Figure 2, Table 4).

다음은 주제 1에 대한 반성 글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고를 분석한 사례이다.

<사례 1>

처음에 양초의 모양과 성질이 달라졌을 거라고 생각했는데 결과도 같았다.(EMS) 하지만 아직 정확하게 정리가 된 것 같진 않다.(EMS) 조금 더 공부를 해봐야 할 것 같다.(EMS) 우리 조의 주장과 내 생각이

달랐던 이유는 자세한 확신이 없어서였다.(EMS) 모양과 성질이 모두 변한 것 같은데 명확하게 결론이 나오지 않아서 조 친구들의 의견을 따랐던 것 같다.(EMS)

<사례 2>

양초에 불을 붙이면 우리는 성질이 변하는 변화도 보고 성질이 변하지 않는 변화도 볼 수 있다.(EC) 양초가 연소하면서 성질이 전혀 다른 이산화탄소가 생성되기 때문에 성질이 변한다.(EC) 그리고 열에 의해 양초가 녹고 다시 굳는다. 이때는 성질이 변한다고 할 수 없다.(EC)

이전까지 나는 무의식적으로 양초가 녹고 굳는 것까지 연소의 한 과정이라고 생각했었다.(EMS) 이번 기회를 통해 양초의 연소와 녹고 굳는 것이 다르다는 것을 확실히 깨우쳤다.(EMS)

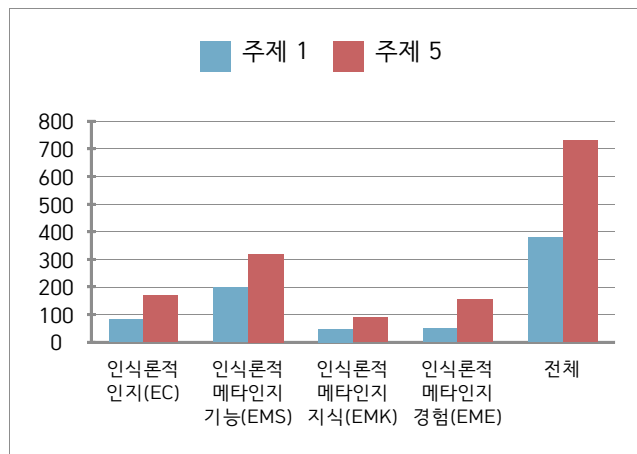


Figure 2. Epistemic Thinking in the reflections written for the first ABI activity and the fifth ABI activity

Table 4. Epistemic Thinking in the reflections written for the first ABI activity and the fifth ABI activity

인식론적 사고	주제 1 빈도수(회)	주제 5 빈도수(회)	증가율 (%)
인식론적 인지 (EC)	83	169	103.6
인식론적 메타인지 기능 (EMS)	199	319	60.3
인식론적 메타인지 지식 (EMK)	48	88	83.3
인식론적 메타인지 경험 (EME)	49	155	216.3
전체	379	731	92.9

<사례 3>

실험 후 처음 든 나의 주장은 ‘양초가 연소될 때 양초의 모양과 성질이 모두 변한다’였다.(EMS) 그 까닭은 양초 기체를 모으고 석회수와 반응시켰을 때 석회수와 반응하였기 때문에 증발한 양초기체가 이산화탄소가 되었다.(EC) 생성된 이산화탄소는 처음 물질인 양초와 전혀 다른 물질이어서 모양뿐만 아니라 성질도 바뀌었다고 생각했다.(EMS)

그런데 다른 조 친구들이 전부 ‘양초는 모양만 바뀐다’라고 해냈길래 우리 조의 의견이 틀린 것 같았지만 친구들의 설명을 들을수록 설득되기는커녕 의문점이 생겨서 그때쯤 우리 조의 의견이 맞는 것 같았다.(EMK+EMS) 그래서 생각은 안 바뀌었다.(EMS) 결과는 역시나 였다. ‘양초가 연소될 때 양초의 모양이나 성질이 다 바뀐다’라는 사실이 맞는 것이었다.(EC) 나는 이번 실험이 굉장히 뿌듯했다.(EME)

<사례 1>에서 나타난 내용을 보면, 양초의 변화에 대한 자신의 처음 생각을 모니터링 하고 있으며, 자신의 처음 생각을 주장하지 않고 조의 주장을 따른 이유를 평가한다. 또한 내용을 명확히 이해하지 못하여 공부를 더 해보아야겠다는 학습 계획을 세우며 반성 글쓰기에서 인식론적 모니터링, 인식론적 평가, 인식론적 계획이 드러난다. 따라서 인식론적 메타인지 기능이 5회 나타났다.

<사례 2>에서는 양초에 불을 붙였을 때 화학변화와 물리변화가 함께 나타난다는 주장을 뒷받침하기 위해서 이산화탄소가 생성되는

연소 반응과 양초가 녹고 굳는 상태변화를 근거로 제시해 주장을 정당화하는 인식론적 인지가 3회 나타났다. 그리고 자신의 처음 생각이 무엇이었던지를 살펴보고 활동을 통해 알게 된 사실을 모니터링 하는 인식론적 메타인지 기능이 2회 나타났다.

<사례 3>에서는 인식론적 메타인지 기능과 인식론적 인지뿐만 아니라 인식론적 메타인지 지식과 인식론적 메타인지 경험이 드러났다. 인식론적 메타인지 지식은 인식론적 인지와 인식론적 메타인지 기능에 정보를 제공하고, 인식론적 인지와 인식론적 메타인지 기능은 인식론적 메타인지 지식을 구축하기 위한 기반으로 사용되므로(Muis, 2007), 인식론적 메타인지 지식은 다른 인식론적 사고의 하위 요소와 함께 나타나는 경향을 보였다. 이 사례에서도 인식론적 메타인지 지식과 인식론적 메타인지 기능이 함께 나타났다. 또한 이 학생은 학습 과정의 과정을 거치며 조의 주장이 옳은 것으로 정당화 되는 과정에서 뿌듯한 감정을 드러냈다. 이는 해결책의 정확성에 대한 예상이 만족감과 관련 있고(Efklides, 2002), 모순되고 충돌하는 정보는 인지 처리를 방해하고 불쾌감을 유발할 수 있다(Efklides, 2006)는 연구 결과와 일치한다.

논의기반 탐구 과학 수업에서 학생들은 제시된 상황과 맥락을 고려하여 의문을 만들고, 의문을 해결하기 위해 실험을 설계하여 수행하며, 관찰을 통해 과학 지식을 발견하고 이를 해석하여 주장을 형성한다. 이러한 주장을 정당화하기 위해 증거를 세우고 주장과 증거의 타당성과 일관성을 검증하는 절차로서 논의 활동이 이루어지고, 읽기 단계에서 주장을 뒷받침하기 위한 과학적 자료의 탐색을 통해 주장과 증거의 타당성은 한 번 더 평가를 받는다. 그리고 마지막 단계인 반성 글쓰기를 통해 활동 과정에서 경험한 인지적이고 정의적인 사건을 기록한다. 따라서 논의기반 탐구 과학 수업의 활동 과정이 반영된 반성 글쓰기에서 학생들은 처음 생각과 지금의 생각에 대한 생각의 변화를 모니터링 하는 과정을 통해 인식론적 메타인지 기능이 나타났고, 주장-증거 단계에서 정당화 했던 지식 주장이 무엇이었던지, 어떤 정당화의 과정을 거쳤는지 되돌아보면서 학생들은 인식론적 인지와 인식론적 메타인지 지식을 드러냈다. 또한 이러한 인식론적 과제를 수행하는 동안 학생들이 느끼는 감정이나 호기심을 통해 인식론적 메타인지 경험이 나타났다.

나. 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 인식론적 사고의 다양성 수준

인식론적 사고의 수준은 인식론적 인식, 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 메타인지 지식, 인식론적 메타인지 경험의 네 가지 하위 요소가 다양하게 나타나는 정도에 따라 인식론적 사고의 다양성 수준을 0 수준부터 4 수준까지 구분되었다. 93명의 학생이 작성한 주제 1 반성 글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고의 다양성 수준을 분석한 결과, 인식론적 사고와 관련된 기술을 전혀 하지 않은 0 수준에 해당하는 학생이 3명(3.2%), 인식론적 사고의 하위 요소 중 한 가지를 기술한 1 수준의 학생이 14명(15.0%), 인식론적 사고의 하위 요소 두 가지를 기술한 2 수준에 해당하는 학생이 45명(48.4), 인식론적 사고의 하위 요소 세 가지를 기술한 3 수준의 학생이 22명(23.7%), 인식론적 사고의 네 가지 측면을 모두 기술하여 4 수준에 해당하는 학생이 9명(9.7%)으로 나타났다. 따라서 주제 1 반성 글쓰기에서 인식론적 사고의 네 가지 하위 요소 중 두 가지가 나타나는 2 수준의 학생이 가장 높은 비율을 차지하였고, 3 수준, 1 수준, 4 수준, 0 수준의 순서로 학생들이 분포하였다.

주제 1의 반성 글쓰기에서는 2수준에 해당하는 학생이 45명(48.4%)으로 가장 높은 비율을 차지하였으나 주제 5의 반성 글쓰기에서는 4수준의 학생이 32명(34.4%)으로 가장 높은 비율을 차지하였다. 주제 1에서는 0수준과 1수준의 낮은 수준에 해당하는 학생의 인원수가 17명(18.3%)이었으나, 주제 5에서는 낮은 수준의 학생이 9명(9.7%)으로 감소하였고, 중간 수준인 2수준에 해당하는 학생의 인원수도 45명(48.4%)에서 21명(22.3%)으로 감소하였다. 반면 3수준과 4수준의 높은 수준에 해당하는 학생의 인원수는 주제 1에서는 31명(33.3%)이었으나 주제 5에서는 63명(67.7%)으로 두드러진 증가를 보였다(Table 5).

Table 5. Epistemic Thinking variety level in the reflections written for the first ABI activity and the fifth ABI activity

수준	기준	주제 1		주제 5	
		인원 (명)	비율 (%)	인원 (명)	비율 (%)
0	EC, EMS, EMK, EME가 전혀 기술되지 않음	3	3.2	0	0
1	EC, EMS, EMK, EME 중 1가지 종류가 기술됨	14	15.0	9	9.7
2	EC, EMS, EMK, EME 중 2가지 종류가 기술됨	45	48.4	21	22.6
3	EC, EMS, EMK, EME 중 2가지 종류가 기술됨	22	23.7	31	33.3
4	EC, EMS, EMK, EME가 모두 기술됨	9	9.7	32	34.4

(EC: 인식론적 인지, EMS: 인식론적 메타인지 기능, EMK: 인식론적 메타인지 지식, EME: 인식론적 메타인지 경험)

다음의 <사례 4>는 동일한 학생이 작성한 주제 1과 주제 5의 반성 글쓰기를 분석한 것이다.

<사례 4>

주제 1에 대한 반성 글쓰기

- 이 활동을 통해서 양초에서 이산화탄소가 발생한다는 것을 알게 되었고(EMS) 물리적 변화와 화학적 변화의 정의를 알게 되었다(EMS) 처음 내 생각을 모양과 성질 모두 바뀐다고 생각했는데 생각을 바꾸지 않았다.(EMS)

주제 5에 대한 반성 글쓰기

- 처음 우리 조의 의문은 '수용액을 분류하는 기준은 뭘까?' 였다. 그래서 리트머스 종이, 페놀프탈레인 용액, BTB 용액, 메틸오렌지 용액으로 실험을 했다. 그래서 나온 주장은 '산과 염기를 구별하는 기준은 지시약에 따라 반응하는 것으로 알 수 있다'이다. 나의 이 주장은 바뀌지 않았다.(EMS) 나의 주장의 증거로는 교과서 230쪽의 산성, 염기성의 정도에 따라 색깔이 달라지는 물질, 지시약, 페놀프탈레인 용액 → 산성과 중성에서 무색, 염기성에서 빨간색 (중략) 이라는 실험결과이다. 또 교과서 그림 5-10을 보면 pH 실험에서 7보다 높으면 염기성, 7보다 낮으면 산성이라고 한다.(EMK+EC) 이 실험을 하면서 색깔이 교과서에 나온 색과 조금 다른 것도 있었지만 교과과 실험결과를 비교하면서 복습 하니까 이해할 수 있었다.(EMS) 또 여러 가지 지시약으로 산과 염기를 구별할 수 있다는 사실이 신기했고 리트머스 종이가 산성에서 붉은색, 염기성에서 파란색을 나타낸다는 사실이 정말 신기했다.(EME)

<사례 4>에서 보듯이, 주제 1의 반성 글쓰기에서는 자신이 알게 된 것과 생각 변화에 대해서만 언급해 인식론적 메타인지 기능의 측면만이 나타난 인식론적 사고의 다양성 수준이 1수준을 보였다. 반면, 주제 5의 반성 글쓰기에서는 주장이 형성되는 과정에 대한 모니터링, 교과서를 활용한 인식론적 메타인지 지식, 주장의 정당화, 지시약으로 산과 염기를 구별할 수 있다는 것에 대한 인식론적 놀라움을 기술하여 인식론적 사고의 네 가지 하위 요소 모두를 언급하고 있어서 인식론적 사고 하위 요소의 다양성 수준이 4 수준으로 변화를 보였다.

주제 1과 주제 5를 비교해 볼 때, 논의기반 탐구 과학수업에 대한 경험이 거듭됨에 따라 인식론적 사고 다양성 수준이 향상된 것을 알 수 있다. 학생들은 논의기반 탐구 과학 수업을 통해 의문 만들기, 실험 설계 및 수행, 주장과 증거를 세우는 논의 활동에서 끊임없이 생각하고 상황을 고려하여 전략을 세우는 경험을 한다. 또한 논의 활동 및 읽기 활동을 통해 주장과 증거를 정당화하는 인식론적 활동에 참여한다. 이러한 과정이 거듭되면서 학생들은 다양한 인식론적 사고의 하위요소를 사용하게 되는 것으로 보인다.

2. 논의기반 탐구 과학수업에 대한 학생들의 인식

논의기반 탐구 과학수업을 적용한 후 학생들을 대상으로 논의기반 탐구 과학수업이 인식론적 사고에 미친 영향을 알아보기 위해서 설문 조사를 실시하고, 이를 바탕으로 학생들의 인식을 분석하였다. 분석 결과는 논의기반 탐구 과학수업을 통한 과학지식 이해, 논의기반 탐구 과학수업에 단계에 대한 학생 인식, 논의기반 탐구 과학수업에 따른 인식론적 사고에 대한 자기평가로 나누어 제시하였다.

가. 논의기반 탐구 과학수업이 과학지식 이해에 미친 영향

인식론적 사고는 지식의 이해 및 형성과 관련된 사고로서 논의기반 탐구 과학수업이 학생들의 지식이해에 미친 영향 알아보기 위해서 학생들에게 논의기반 과학수업이 과학 지식이해에 도움이 되었는지를 묻고, 과학지식 이해에 가장 도움이 되는 단계에 대해서 질문하고 그렇게 선택한 이유에 대해 자유서술식 문항으로 질문하였다.

논의기반 탐구 과학수업이 과학지식 이해에 도움이 되었는지에 대한 학생 응답은 매우 그렇다 10명(10.7%), 약간 그렇다 13명(14.0%), 그렇다 33명(35.5%), 보통이다 22명(23.7%), 약간 그렇지 않다 10명(10.7%), 전혀 그렇지 않다 3명(3.2%), 그렇지 않다 2명(2.2%)으로 나타나. 평균 점수는 리커트 척도 7점 척도에서 5.29점으로 나타났다. 이를 통해 학생들이 논의기반 탐구 과학수업이 과학지식 이해에 도움이 된다고 인식하고 있음을 알 수 있다.

논의기반 탐구 과학수업의 단계 중 과학지식 이해에 도움이 되는 단계를 묻는 문항은 3개 까지 중복 선택이 가능하도록 구성되었기 때문에 학생 응답의 빈도수를 분석하였다. 분석 결과, 실험 설계 및 수행이 26회(18.8%)로 비율이 높았고, 관찰 24회(17.4%), 학급 전체 논의 20회(14.5%), 읽기 20회(14.5%), 주장 근거 세우기 18회(13.1%), 의문 만들기 13회(9.4%), 반성 12회(8.7%), 없음 5회(3.6%)의 순으로 나타났다(Figure 3).

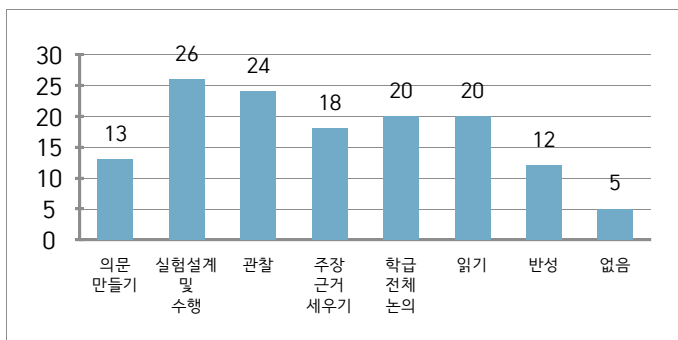


Figure 3. Helpful ABI activity stages for understanding science knowledge

다음은 논의기반 탐구 과학수업의 단계 중 과학지식 이해에 가장 도움이 되는 단계를 선택한 이유를 알아보기 위해 실시한 자유 서술식 문항에 대한 학생 응답 사례이다.

<사례 5>

- 학생 1 : 의문을 만들면서 여러 가지 생각을 많이 할 수 있어서 의문 만들기 단계가 도움이 되었다.
- 학생 2 : 직접 의문을 만들고 나의 의문에 대해 실험을 설계하고 관찰하는 것이 정말 의미 있는 거 같다.
- 학생 3 : 직접 계획하고 수행하니까 실험이 기억에 오래 남아서 도움이 됐다.
- 학생 4 : 조에서 의견을 모으고 서로 이야기를 하는 사이에 자신의 주장과 증거를 들어 말하는 것이 자연스럽게 연습이 되고 이야기를 하다보면 주장에 따른 근거가 얼마나 논리적인지 판단하는 능력이 길러지며 좀 더 나은 주장을

할 수 있다.

- 학생 5 : 읽기 단계에서 자료를 찾으면서 몰랐던 내용을 알게 돼서 좋았다.
- 학생 6 : 반성 글을 쓰면서 실험 도중에 무엇이 잘못되었는지 알 수 있고 내가 예상 한 것과 비교하며 다시 정리할 수 있기 때문에 도움이 되었다.

<사례 5>의 학생 1, 2, 3과 같이 학생들은 의문 만들기 단계에서 여러 가지 생각을 하고 만든 의문을 바탕으로 직접 실험을 설계하고 수행하면서 능동적인 학습자로서 논의기반 탐구 과학수업에 참여함으로써 과학지식 이해에 도움을 받는다고 인식하고 있었다. 또한 학생 4와 같이 여러 차시에 걸친 논의기반 탐구 과학수업을 통해서 조별 또는 학급 단위로 이루어지는 논의활동을 통해 증거를 들어 주장을 말하는 것이 연습이 되고 주장을 정당화하기 위해 사용하는 근거의 타당성을 평가하는 인식론적 인지의 능력이 길러진다고 인식하였다. 그리고 학생 5와 같이 읽기 단계에서 교과서, 과학 서적, 인터넷 검색 자료와 같은 읽기 자료를 찾는 과정을 통해 주장을 정당화 할 수 있는 자료를 수집하며 과학지식 이해에 도움을 받았다. 마지막으로 학생 6의 사례를 통해 알 수 있듯이, 학생들은 반성 글쓰기를 통해 자신의 생각을 이전 생각이나 다른 사람의 생각과 비교하고 활동의 오류를 점검하고 활동을 정리하면서 과학지식 이해에 도움이 된다고 인식한 것으로 보인다.

나. 논의기반 탐구 과학수업 단계에 대한 학생인식

논의기반 탐구 과학수업의 단계에 대한 학생 인식을 알아보기 위해서 가장 흥미롭게 참여한 단계, 가장 어려운 단계에 대한 인식을 분석하였다.

흥미는 학습자의 동기와 관련된 변인으로 학생이 몰입하여 학습을 진행하는데 긍정적인 역할을 한다(Hidi & Renninger, 2006). 학생들에게 논의기반 탐구 과학수업에서 가장 흥미롭게 참여한 단계에 대한 질문을 통하여 학생들이 학습과정에서 몰입했던 단계에 대해 알아보 고자 하였다. 가장 흥미롭게 참여한 단계를 묻는 문항은 3개 까지 중복 선택이 가능하도록 구성되었기 때문에 학생 응답의 빈도수를 분석하였다. 분석 결과, 실험 설계 및 수행 단계와 관찰 단계가 각각 34회(26.4%)로 가장 높은 비율을 차지하였다. 그 다음으로 흥미롭게 참여한 단계 없음 16회(12.4%), 의문 만들기 14회(10.8%), 읽기 13회(10.1%), 학급 전체 논의 12회(9.3%), 주장 근거 세우기 6회(4.6%), 반성 0회의 순서로 나타났다(Figure 4).

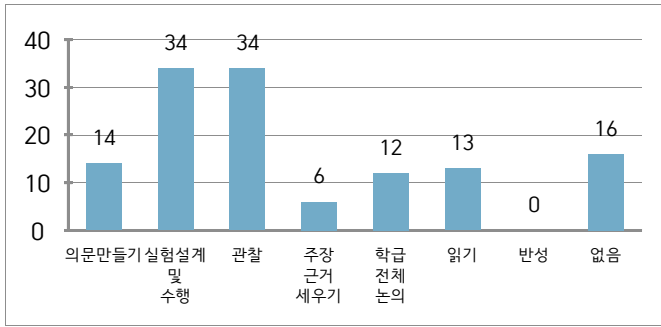


Figure 4. Interesting ABI activity stages for active participation

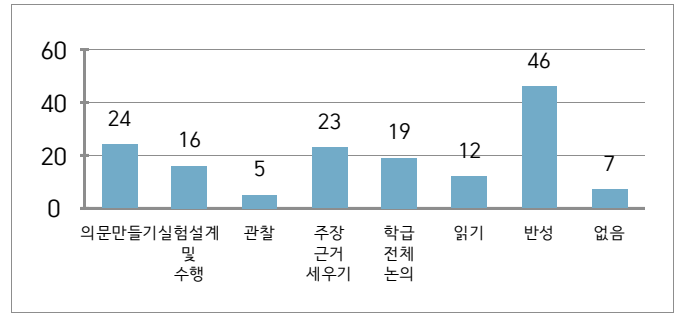


Figure 5. Difficult ABI activity stages for active participation

이를 통해 학생들이 손을 조작하여(hans-on) 과제를 수행하는 단계를 포함하는 실험 설계 및 수행과 관찰에 흥미롭게 참여했다고 응답한 학생이 과반 수 이상을 차지하였고, 반성적 사고나 메타인지 수준의 사고를 요구하는 반성 단계에 흥미롭게 참여했다는 학생은 없다는 것을 알 수 있었다.

다음은 논의기반 탐구 과학수업의 단계 중 가장 흥미롭게 참여한 단계를 선택한 이유를 묻는 문항에 대한 학생 응답 사례이다.

<사례 6>

- 학생 1 : 어떠한 현상에 대해 의문을 직접 생각하고 만들어 보면서 자연스럽게 실험을 통해 과학적 지식을 접할 수 있어서 의문 만들기과 실험 설계 및 수행단계가 흥미로웠다.
- 학생 2 : 실험하는 게 재밌고 내가 생각한 결과와 다르게 나올 때가 특히 재밌다.
- 학생 3 : 실험 설계 및 수행을 스스로 하는 것이 뿌듯했다.
- 학생 4 : 관찰은 그냥 보면 되니까 쉽고 새로운 몰랐던 것을 알 수 있어서 신기하고 재미있었다.
- 학생 5 : 학급 논의에서 똑같은 실험을 했는데 조별로 조금씩 다르다는 것이 신기했다. 다른 주장을 하는 조의 주장을 들어보면 저렇게 생각할 수도 있구나 싶었다.

<사례 6>의 학생 1처럼 의문 만들기 단계에서 학생들은 스스로 생각하여 의문을 만들고 의문을 바탕으로 다음 단계의 활동을 이끌어 가는 것에 흥미를 느꼈고, 학생 2, 3과 같이 실험 설계 및 수행 단계에서 스스로 설계하고 행하는 실험 활동을 통해 재미와 성취감을 느끼는 것을 알 수 있다. 또한 학생 4와 같이 관찰 단계를 쉽고 새로운 것을 발견하는 신기함을 느낄 수 있어서 흥미롭게 생각하였으며, 학생 5와 같이 논의 활동에서 이루어지는 의사소통과 상호작용에서 흥미를 느낀다는 것을 알 수 있다.

논이기반 탐구 과학수업에 대하여 학생들이 갖는 어려움을 알아보기 위해서 어떤 단계가 가장 어려운지를 묻는 문항에서 선택할 수 있는 수업 단계는 3개 까지 중복 선택할 수 있도록 구성하여 학생 응답의 빈도수를 분석하였다.

학생들이 가장 어려워하는 단계는 반성이라고 응답한 학생이 46회(30.3%)로 가장 높은 비율을 차지하였다. 그 다음으로 의문 만들기 24회(15.8%), 주장 근거 세우기 23회(15.1%), 학급 전체 논의 19회(12.5%), 실험설계 및 수행 16회(10.5%), 읽기 12회(7.9%), 어려운 단계 없음 7회(4.6%), 관찰 5회(3.3%) 순으로 나타났다(Figure 5).

다음은 논의기반 탐구 과학수업의 단계 중 가장 어려운 단계를 선택한 이유를 묻는 문항에 대한 학생 응답 사례이다.

<사례 7>

- 학생 1 : 평소에 해보지 못해 본 의문 만들기를 하려고 하니깐 막막하다. 아직 배우지 않은 부분이라 무슨 의문을 이 끌어야 하는지 모르겠다.
- 학생 2 : 실험 방법을 직접 생각해야 하니 어려웠다.
- 학생 3 : 실험 오류가 생길 수 있어서 실험이 잘못되면 주장 증거도 잘못되기 때문에 실험 설계 및 수행 단계가 어려웠다.
- 학생 4 : 실험 결과가 이론과 맞는지 몰라서 주장과 증거 세우기가 어려웠다.
- 학생 5 : 논의를 해도 서로 의견이 맞지 않아 결론 내리기가 힘들었다.
- 학생 6 : 반성 단계에서 내 머릿속에 담은 걸 하나하나씩 적기가 힘들다.

<사례 7>의 학생 1처럼 학생들은 교사가 제시하는 학습 목표에 따라 수업을 받는 형태에 익숙해져 있으므로 스스로 학습 목표에 해당하는 의문을 만드는 활동에서 어려움을 느끼고, 활동의 첫 부분에 주어진 문제 상황의 의도를 파악하는데 어려움을 겪고 있었다. 또한 학생 2와 3과 같이 실험 설계 및 실험 단계에서 학생들은 실험 설계를 하는 것과 실험에서 발생할 수 있는 오류에 대처하는 것에 어려움을 느끼는 것을 알 수 있었다. 전통적인 과학수업에서 주어진 실험과정을 레시피를 따라 하듯이 실험하는 것에 익숙해져 있으므로 스스로 실험을 설계하는 것에서 어려움을 느끼고 있는 것으로 보인다. 그리고 논의기반 탐구 과학수업의 절차상 학생들은 읽기 단계에서 관련된 자료와 내용을 탐색할 수 있으므로 실험 수행 및 관찰 결과만으로 주장과 증거를 만들어야하기 때문에 학생 4와 같이 교과 내용 지식에 대해서 확실히 알지 못해 주장과 증거를 세우는데 어려움을 느끼고 있었다. 학생 5와 같이 논의 활동에서 서로의 의견이 다를 때 협상하고 합의점에 도달하지 못해 주장-증거 단계가 어려웠다고 인식하였다. 마지막으로 학생 6과 같이 반성 단계에서 자신의 생각을 반성하고 글로 나타내는 데 어려움을 겪는 것을 알 수 있었다. 자신이 어떤 생각을 하고 있는지 되돌아보는 것은 메타인지 수준의 높은 사고력을 요구하기 때문에 학생들이 어려움을 느낀 것으로 보인다.

다. 논의기반 탐구 과학수업에 따른 인식론적 사고에 대한 자기 평가

논의기반 탐구 과학수업을 통해 인식론적 사고가 함양되었는지에 대해 학생 스스로 어떻게 평가하는지 알아보기 위해 자기평가를 실시하였다. 자기평가 문항은 논의기반 탐구 과학수업의 참여도, 의문 만들기에서의 의문의 구체화 및 해결과정에 대한 예측 정도, 알고 있는 과학 지식의 평가 및 생각 변화과정에 대한 근거 제시 정도, 오류의 파악 및 원인 분석과 해결방안 제시 정도에 대해 리커트 척도 7점 문항으로 구성하였고, 마지막에 논의기반 탐구 과학수업을 통해 자신에게 일어난 변화에 대한 자유 서술식 문항을 제시하였다.

논의기반 탐구 과학수업에 대한 참여도를 알아보기 위해서 논의기반 탐구 과학수업에 적극적으로 참여하였는지를 묻는 질문에 대해 ‘그렇다’라고 응답한 학생이 26명(28.0%)으로 가장 많았고, 보통이다 18명(19.3%), 약간 그렇다 14명(15.1%), 약간 그렇지 않다 12명(12.9%), 매우 그렇다 (11.8%), 그렇지 않다 8명(8.6%), 전혀 그렇지 않다 4명(4.3%)의 순서로 나타났다. 평균 점수는 리커트 척도 7점 척도에서 4.98점이었다. 이를 통해 과반 수 이상의 학생들은 논의기반 탐구 과학수업에 적극적으로 참여했다고 인식하고 있음을 알 수 있었다.

의문을 구체화하여 나타내고 해결 과정을 예측하는 것은 인식론적 메타인지 지식과 관련되는 전략이다. 의문 만들기를 할 때 의문을 구체화하여 나타내고 해결 과정을 예측할 수 있는지에 대한 학생 응답은 ‘보통이다’라고 응답한 학생이 37명(39.8%)으로 가장 많았고, 그렇다 21명(22.6%), 약간 그렇다 14명(15.1%), 매우 그렇다 7명(7.5%), 약간 그렇지 않다 6명(6.4%), 그렇지 않다 5명(5.38%), 전혀 그렇지 않다 3명(3.2%)의 순서로 나타났다. 평균 점수는 리커트 척도 7점 척도에서 4.90점이었다. 이를 통해 과반 수 이상의 학생이 논의기반 탐구 과학수업의 의문 만들기에서 나의 의문을 구체화하여 나타내고 해결 과정을 예측할 수 있다고 인식하고 있음을 알 수 있다.

지식을 평가하고 근거를 제시할 수 있는지에 대해 묻는 이 문항은 지식의 정당화에 관련된 인식론적 인지에 관한 문항이면서 생각의 변화과정을 모니터링 할 수 있는지에 대해 묻고 있으므로 인식론적 메타인지 기능에 관한 문항이다. 알고 있는 지식에 대해서 스스로 평가할 수 있고, 생각의 변화과정을 근거를 들어 말할 수 있는지에 대한 학생 응답 결과는 ‘보통이다’라고 응답한 학생이 31명(33.3%)으로 가장 많았고, 그렇다 27명(29.0%), 약간 그렇다 16명(17.2%), 매우 그렇다 7명(7.6%), 그렇지 않다 5명(5.4%), 약간 그렇지 않다 4명(4.3%), 전혀 그렇지 않다 3명(3.2%)의 순서로 나타났다. 평균 점수는 리커트 척도 7점 척도에서 5.09점으로 나타났다. 이처럼 과반 수 이상의 학생이 알고 있는 지식을 스스로 평가하고 생각 변화 과정을 근거를 제시하여 말할 수 있다고 인식하는 것으로 나타났다.

행동에 대한 오류를 알고 원인을 분석하는 것은 인식론적 메타인지 기능과 관련되고 해결방안을 제시하는 것은 인식론적 메타인지 지식과 관련된다. 나의 행동에 대한 오류를 알고 원인을 분석하여 해결방안을 제시할 수 있는지에 대한 학생 응답 결과는 ‘보통이다’라고 응답한 학생이 39명(41.9%)으로 가장 많았고, 그렇다 24명(25.8%), 약간 그렇다 13명(14.0%), 매우 그렇다 6명(6.5%), 그렇지 않다 4명(4.3%), 약간 그렇지 않다 4명(4.3%), 전혀 그렇지 않다 3명(3.2%)의 순서로 나타났다. 평균 점수는 리커트 척도 7점 척도에서 4.97점이었다. 다른

Table 6. Changes through the argument-based inquiry science class

	응답	인원 (명)	비율 (%)	비율 (%)
지식	과학지식 이해 증진	20	21.5	34.4
	생각을 많이 하게 됨	7	7.5	
태도	과학 교과 성적 향상	5	5.4	22.6
	과학에 대한 흥미, 관심, 호기심 증대	16	17.2	
	수업 태도의 변화	4	4.3	
탐구	교우관계 증진	1	1.1	18.3
	논의기반 탐구 수업 단계의 탐구능력 향상	17	18.3	
	부정적 변화	6	6.4	
	무응답	17	18.3	
합계		93	100	100

질문과 마찬가지로 과반 수 이상의 학생이 자신의 행동에 대한 오류를 알고 원인을 분석하여 해결방안을 제시할 수 있다고 인식하는 것으로 나타났다.

논의기반 탐구 과학수업을 통해 자신에게 일어난 가장 큰 변화가 무엇인지에 관한 자유 서술식 문항에 대한 학생 응답을 변화의 종류에 따라 범주화하여 요소별로 빈도수를 측정하였다(Table 6).

논의기반 탐구 과학수업을 통해 자신에게 일어난 변화에 대해서, 70명(75.3%)의 학생은 긍정적인 변화에 대해서 서술하였고, 17명(18.3%)의 학생은 응답하지 않았고, 6명(6.4%)의 학생은 부정적인 변화에 대해서 서술하였다.

긍정적인 변화에 대한 학생 응답은 변화의 종류에 따라 지식, 태도, 탐구의 세 영역으로 범주화할 수 있었다. 과학 지식의 이해가 증대되고, 과학 교과 성적인 향상되며 생각을 많이 하게 되는 것은 지식 영역으로 분류하였고, 과학에 대한 흥미와 관심이 증대되고 적극적인 태도로 수업에 참여하게 되었으며 교우관계가 돈독해졌다는 의견은 태도 영역으로 분류하였다. 그리고 논의기반 탐구 수업의 각 단계에 대한 기술이 향상되는 것은 과학 탐구 능력이 향상되는 것이므로 탐구 영역으로 분류하였다. 93명의 학생 중 논의기반 탐구 과학수업을 통해 태도 영역에서 21명(22.6%), 지식 이해 영역에서 32명(34.4%), 탐구 영역에서 17명(18.3%)의 학생이 긍정적인 변화를 보였다고 인식하였다.

학생들은 논의기반 탐구 과학수업을 통해서 스스로 생각하고 반성하는 과정에서 과학 지식을 쉽고 체계적으로 이해하고 이를 통해서 학업 성적이 향상되는 성과를 경험할 수 있었다고 인식하였다. 또한 태도의 변화와 관련하여 과학에 대한 흥미와 사물에 대한 호기심이 증대되고 수업에 집중하며 교우관계가 좋아지는 경험을 하였다고 인식하였다. 그리고 논의기반 탐구 과학수업 프로그램이 진행됨에 따라 문제 인식 능력, 관찰 능력, 자료 수집 능력과 같은 탐구 능력이 향상되었다고 인식하고 있었다. 반면, 부정적인 변화에 대해서 언급한 학생들은 기존에 과학 교과나 글쓰기에 대한 부정적인 이미지를 갖고 있거나 자기 효능감이나 이해력이 낮아서 논의기반 탐구 과학수업에서 어려움을 겪은 것으로 보인다.

다음은 논의기반 탐구 과학수업을 통해 자신에 일어난 가장 큰 변화에 대한 학생들의 응답 사례이다(사례 8).

<사례 8>

- 학생 1 : 예전에는 과학을 이해하지 못하고 무조건 외웠는데 이 수업을 통해서 스스로 생각을 하면서 과학 공부를 하니 까 이해를 하고 공부를 할 수 있게 되었다. (지식: 과학 지식 이해 증진)
- 학생 2 : 과학을 다양한 방법으로 접근할 수 있어서 좋았다. 기존의 과학 수업은 선생님이 설명하고 학생들은 학습지를 채워 넣는 방식이 많았는데, 이 수업을 하면서 모둠에서 친구들이 자신의 생각을 여러 가지로 말하고 토의를 하면서 과학을 더 좋아하게 되었다. (태도: 과학에 대한 흥미 증대)
- 학생 3 : 구체적으로 발표하는 법을 배웠다. 주장을 뒷받침하기 위해서 논리적인 근거를 대야한다는 것을 알았다. (탐구: 탐구 능력 향상)
- 학생 4 : 여전히 과학이 싫다. (부정적인 변화)

IV. 결론 및 제언

이 연구는 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징에 대한 탐색을 목적으로 한다. 이를 위하여 반성글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고를 분석하고, 설문조사를 통해 논의기반 탐구 과학수업이 학생들의 인식론적 사고에 미친 영향에 대한 학생 인식을 조사하였다

논이기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징을 알기 위해서 반성 글쓰기에서 드러나는 인식론적 사고의 하위 요소인 인식론적 인지, 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 메타인지 지식, 인식론적 메타인지 경험의 빈도수와 인식론적 사고의 다양성 수준을 분석하였다.

인식론적 사고에 대한 분석 결과, 학생들이 작성한 반성 글쓰기에서 인식론적 메타인지 기능의 빈도수가 가장 높았고, 인식론적 인지의 빈도수가 두 번째로 높았으며, 인식론적 메타인지 경험, 인식론적 메타인지 지식의 순으로 나타났다. 또한 논의기반 탐구 과학수업의 경험이 거듭되면서 인식론적 사고의 빈도수가 증가하였고, 반성 글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고의 다양성 수준도 향상되었다.

학생들은 논의기반 탐구 과학수업을 하는 동안 끊임없이 생각하고 상황을 고려하여 전략을 세우며, 학급 구성원 간의 논의와 협상을 통해 주장을 정당화하는 인식론적 활동에 참여한다. 이러한 논의기반 탐구 과학수업에 대한 경험이 거듭되면서 인식론적 사고의 횡수가 증가했을 뿐만 아니라 사용하는 인식론적 하위 요소의 종류가 다양해지면서 인식론적 사고의 다양성 수준이 향상된 것으로 보인다.

논이기반 탐구 과학수업에 대한 학생 설문을 통해 학생들이 논의기반 탐구 과학수업에 적극적으로 참여하였고 과학지식 이해에 도움이 된다고 인식하는 것을 알 수 있었다. 과학지식 이해에 도움이 된다는 것은 지식을 이해하는 과정에서 발생하는 인식론적 사고 함양에 도움이 된다고 기대할 수 있다. 또한 논의기반 탐구 과학수업을 통해 함양된 인식론적 사고에 대한 학생 자기 평가에서 인식론적 인지, 인식론적 메타인지 기능, 인식론적 메타인지 지식과 관련하여 의문이나 오류를 파악하고 자신이 알고 있는 지식에 대해서 스스로 평가할 수 있으며 생각의 변화 과정을 근거를 들어 말할 수 있다고 인식하였다.

학생들은 논의기반 탐구 과학수업을 통해 직접 학습목표인 의문을 만들고 실험을 설계하고 수행하면서 스스로 생각하고 자발적으로 참여하면서 자신의 생각을 학급 구성원들과 논의하며 지식을 형성하는 경험을 한다. 이러한 활동을 통해 학생들은 주장과 증거의 타당성을 검증하고 정당화하는 것이 연습하므로 주장에 따른 근거의 논리성을 판단하는 능력이 길러진 것으로 보인다.

결론적으로 논의기반 탐구 과학수업은 학생들의 인식론적 사고의 발달에 효과적이며, 논의기반 탐구 과학수업을 통해 인식론적 사고에 대한 학생들의 인식을 증진시킬 수 있다고 생각된다.

논이기반 탐구 과학수업 각 단계에 대한 설문에서 과학지식 이해에 도움이 되는 단계, 흥미롭게 참여한 단계, 어려운 단계에 대한 학생 설문을 비교해보면, 흥미를 느끼는 단계는 실험 설계 및 수행과 관찰 단계에 집중되고, 어려운 단계는 반성 단계에 집중되는 경향을 보이지만 과학지식 이해에 도움이 되는 단계에 대한 응답은 대체로 여러 단계에 고르게 분포하고 있었다. 이것은 학생들이 흥미를 느끼거나 어려워하는 단계는 비슷하지만 학생들이 과학 지식을 이해하는 방식은 다양하고 개인적인 차이가 있으며, 그런 개인에게 논의기반 탐구 과학수업의 각 단계가 서로 다르게 과학지식 이해에 도움이 된다는 것을 짐작할 수 있었다. 또한 학생들이 흥미롭게 여기는 단계는 주로 직접 활동을 하는 단계로 나타났고, 흥미가 떨어지는 단계는 자신의 행동 또는 사고를 되돌아보는 단계였다. 반성 단계에 대해서 흥미는 낮게 나타났으나 과학지식의 이해 측면에서 도움이 된다는 학생들의 응답은 인식론적 사고의 발달에서 학생들의 흥미와 학습의 관계에 대해 고찰할 필요성을 제기한다. 이와 함께 논의기반 탐구 과학수업의 각 단계가 학생들의 인식론적 사고에 미치는 영향에 대해서 살펴보는 것이 의미가 있을 것으로 생각된다. 논의기반 탐구 과학수업의 수업의 각 단계가 학생들의 인식론적 사고에 미치는 영향에 대한 연구를 토대로 학생들의 인식론적 사고를 발달시킬 수 있는 논의기반 탐구 과학수업의 교수학습 로드맵을 제시할 수 있다면 학생 개인이나 교실학습 환경에 적합하게 변형된 형태의 논의기반 탐구 과학수업을 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

국문요약

이 연구에서는 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고를 알아보고자 하였다. 이를 위하여 광역시의 중학교 3학년 4개 학급 학생 93명을 대상으로 한 학기 동안 5개 주제의 논의기반 탐구 과학수업을 실시하였다.

논이기반 탐구 과학수업에서 나타나는 학생들의 인식론적 사고 특징을 알아보기 위해 논의기반 탐구 과학수업 활동의 마지막 단계에서 작성하는 반성 글쓰기를 주제 1과 주제 5에 대해서 분석하였다. 반성 글쓰기에서 나타나는 인식론적 사고의 하위 요소의 빈도수 분석에서 학생들은 인식론적 메타인지 기능의 빈도수가 가장 높았고, 인식론적 인지, 인식론적 메타인지 경험, 인식론적 메타인지 지식의 순으로 나타났고 주제 1에 비해서 주제 5에 대한 인식론적 사고의 하위 요소의 빈도수는 모두 증가하였으며 증가율은 인식론적 메타인지 경험이 가장 컸고, 인식론적 인지, 인식론적 메타인지 지식, 인식론적 메타인지 기능의 순으로 나타났다. 또한 인식론적 사고의 다양성 수준의 분석에서 학생들이 논의기반 탐구 과학 수업을 경험하면서 인식

론적 사고의 다양성 수준이 향상되었다.

논의기반 탐구 과학수업이 학생들의 인식론적 사고에 미친 영향에 대한 학생 인식을 알아보기 위해서 설문조사에서 학생들은 이 활동이 과학 지식 이해에 도움이 된다고 인식하였다. 학생들은 논의기반 탐구 과학수업의 단계 중 실험 설계 및 수행과 관찰 단계에 대해서 흥미를 크게 느끼고 어려움을 적게 느꼈으며, 직접적인 경험을 통해서 과학지식을 쉽게 이해하고 오랫동안 기억하는데 도움이 된다고 인식하였다.

따라서 논의기반 탐구 과학수업은 학생들의 인식론적 사고의 발달을 유도하고, 논의를 통해 학생들이 지식의 정당화 과정에 참여하도록 하며, 구성원과의 합의에 의해서 과학 지식이 구성된다는 과학 지식의 인식론적 본성을 이해하고 경험하도록 하는 교수학습 프로그램이라고 볼 수 있다.

주제어 : 논의기반 탐구 과학수업, 인식론적 사고

References

- Barzilai, S., & Zohar, A. (2014). Reconsidering personal epistemology as metacognition: A multifaceted approach to the analysis of epistemic thinking. *Educational Psychologist*, 49(1), 13-35.
- Barzilai, S., & Zohar, A. (2016). Epistemic (meta) cognition: Ways of thinking about knowledge and knowing. In Greene, J. A., Sandoval, W. A., & Bråten, I. (Eds.), *Handbook of epistemic cognition*(pp. 409-424). New York: Routledge.
- Chinn, C. A., & Buckland, L. A. (2012). Model-based instruction: Fostering change in evolutionary conceptions and in epistemic practices. In K. S. Rosengren, E. M. Evans, S. K. Brem, & G. M. Sinatra(Eds.), *Evolution challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution*, (pp.211-232). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Council of Chief State School Officers. (2010). *Common Core State Standards for English language arts and literacy in history/social studies, science, and technical subjects*. Retrieved, from http://www.corestandards.org/assets/CCSSI_ELA%20Standards.pdf
- Efklides, A. (2002). The systemic nature of metacognitive experiences. In P. Chambres, M. Izaute, & P.-J. Marescaux (Eds.), *Metacognition: Process, Function and Use* (pp. 19-34). Norwell, MA: Kluwer.
- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?. *Educational Research Review*, 1(1), 3-14.
- Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277.
- Elby, A., & Hammer, D. (2001). On the substance of a sophisticated epistemology. *Science Education*, 85(5), 554-567.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906.
- Ford, M. J. (2012). A dialogic account of sense-making in scientific argumentation and reasoning. *Cognition and Instruction*, 30(3), 207-245.
- Goldman, S. R., Lawless, K. A., Gomez, K. W., Braasch, J., McLeod, S., & Manning, F.(2010). Literacy in the digital world: Comprehending and learning from multiple sources. In M. G. McKeown & L. Kucan (Eds.), *Bringing reading research to life* (pp. 257-284). New York, NY: Guilford.
- Gray, D. E. (2007). Facilitating management learning: Developing critical reflection through reflective tools. *Management learning*, 38(5), 495-517.
- Hand, B., Meier, L. N., Staker, J., & Bintz, J. (2006). *When science and literacy meet in the secondary learning space: Implementing the science writing heuristic (SWH)*. University of Iowa.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational psychologist*, 41(2), 111-127.
- Hofer, B. K. (2005). The legacy and the challenges: Paul Pintrich's contributions to personal epistemology research. *Educational Psychologist*, 40(2), 95-105.
- Hullfish, H. G., & Smith, P. G. (1961). *Reflective thinking: The method of education*. New York: Dodd, Mead & Company.
- Jang, K., Nam, J., & Choi, A. (2012). The Effects of Argument- Based Inquiry Using the Science Writing Heuristic (SWH) Approach on Argument Structure in Students' Writing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(7), 1099-1108.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Leu, D. J., Kinzer, C. K., Coiro, J., Castek, J., & Henry, L. A. (2013). New literacies: A dual level theory of the changing nature of literacy, instruction, and assessment. In N. Unrau & D. Alvermann(Eds.), *Theoretical models and process of reading*(pp. 1150-1181). Newark, DE: International Reading Association.
- Lee, S., Bak, D., & Nam, J. (2015). Impact of Peer Assessment Activities on High School Students Argumentation in Argument-Based Inquiry. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 35(3), 353-361.
- Ministry Of Education. (2015). 2015 Revised national curriculum. MOE, Notice No. 2015-74.
- Muis, K. R. (2007). The role of epistemic beliefs in self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 42(3), 173-190.
- Muis, K. R., Trevors, G., & Chevrier, M. (2016). Epistemic climate for epistemic change. In Greene, J. A., Sandoval, W. A., & Bråten, I. (Eds.), *Handbook of epistemic cognition*(pp. 331-359). New York: Routledge.
- Nam, J., Kwak, K., Jang, K., & Hand, B. (2008). The implementation of argumentation using Science Writing Heuristic (SWH) in Middle School Science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(8), 922-936.
- National Education Association. (2014). *Preparing 21st century students for a global society: An educators guide to the "Four Cs."* Washington, DC: National Education Association.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states: Vol. 1. The standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- Prain, V. (2006). Learning from writing in secondary science: Some theoretical and practical implications. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 179-201.
- Richter, T., & Schmid, S. (2010). Epistemological beliefs and epistemic strategies in self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 5(1), 47-65.
- Richter, T. (2015). Validation and comprehension of text information: Two sides of the same coin. *Discourse Processes*, 52(5-6), 337-355.
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational psychology review*, 7(4), 351-371.
- Schraw, G., & Robinson, D. H. (2011). Conceptualizing and assessing higher order thinking skills. In G. Schraw & D. Robinson (Eds.), *Assessment of higher order thinking skills* (pp.1-15). Greenwich, CT: Information Age Publishers.
- Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R., & Kallick, B. (2010). *Thinking-Based Learning: Promoting Quality Student Achievement in the 21st Century*. New York: Teachers College Press.

저자 정보

박지연(부산대학교 강사)

남정희(부산대학교 교수)