



소집단 자유 탐구에서 과학적 탐구 문제 발견 과정의 특징 분석

천명기, 이봉우*
단국대학교

Analysis of Characteristics of Scientific Inquiry Problem Finding Process in Small Group Free Inquiry

Myeongki Cheon, Bongwoo Lee*
Dankook University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 December 201

Received in revised form

5 December 2018

Accepted 6 December 2018

Keywords:

inquiry, small group free
inquiry, inquiry process,
inquiry problem finding,
inquiry keyword

ABSTRACT

The purpose of this study is to explore the process of inquiry problem finding in high school students' small group free-inquiry. For this purpose, 91 second grade high school students took part in small group free-inquiry. We conducted interviews with students (48 students in 15 groups) who were relatively successful in the inquiry performed for one semester (about 4 months). Based on the results of the interviews, we analyzed the characteristics of the inquiry problem finding through the steps and strategies in the inquiry problem finding process. The main results are as follows: First, in the inquiry problem finding process, steps such as selecting keyword, presenting an inconvenience, presenting a question, and finding an inquiry problem were found, and in particular, the process of selecting the keyword that correspond to the subject of inquiry, such as the material and situation of inquiry, is very important step in inquiry problem finding. Second, the strategies that students used in the process of finding inquiry problem included searching information, review of prior research, sharing of knowledge and experience, linking and extension of knowledge and experience, environmental awareness, expert consultation, discussion of suitability, elaboration, etc. Third, finding an inquiry problem was relatively easy in the inquiry for finding out problems (i.e. inconvenience) in everyday life and investigating ways to solve them. Fourth, the review of prior researches through the internet was useful in the process of selecting keyword and elaboration. Fifth, the factors that students consider when selecting one of several candidate inquiry problems are feasibility, real-life applicability, and economic condition. Sixth, the current affairs had a positive impact on the inquiry problem finding. Based on the above results, we discussed some ways to increase students' inquiry problem finding ability.

1. 서론

그동안 많은 연구자들은 학생들의 문제 해결력이 매우 중요하다고 강조해왔다. 우리나라에서도 2015 개정 과학과 교육과정에서 5개의 과학과 핵심 역량 중 하나로 '과학적 문제 해결력'을 제시하면서 과학적 지식과 과학적 사고를 활용하여 개인적 혹은 공적 문제를 해결할 수 있도록 교육해야 한다고 강조하고 있다(Ministry of Education, 2015).

일부 연구자들을 중심으로 문제 발견이 문제 해결에 못지않게 매우 중요하다고 지적하고 있다. Getzels & Csikszentmihalyi(1975)는 창의적 성취는 문제 해결보다 문제 발견으로부터 기인한다고 하였으며, 여러 연구자들(Chand & Runco, 1993; Wakefield, 1985)은 문제 발견을 창의성의 중요한 요소로 보았다. 문제 발견은 흔히 문제 해결의 단계 중 하나로 생각되어 왔으나, 문제 발견은 문제 해결에 포함된 과정이 아니라, 문제를 해결하기 이전에 문제를 상상하고 제기하고 만들고, 창조하는 행동, 태도, 사고 과정이며(Treffinger, Isaksen & Dorval, 1994), 문제 구성(problem construction), 문제 발견(problem

discovery), 문제 표현(problem expression), 문제 제기(problem posing), 문제 제안(problem generation) 등의 여러 가지로 표현된다. 문제의 유형에 대해서 Getzels(1987)은 문제가 제기된 상황, 문제가 발견되어야 하는 상황, 문제가 창조되어야 하는 상황으로 구별하였고, Dillon(1982)은 존재하는 문제, 부상하는 문제, 잠재된 문제 등으로 구별하기도 했다. 본 연구에서는 문제를 '탐구 문제'로 한정지어려고 한다.

과학적 탐구란 과학자들이 연구하는 과정을 학생 수준에서 수행하는 것으로 학생들은 과학 탐구 교육을 통해 과학 지식을 습득할 수 있으며 과학의 본성을 이해하고, 자연 세계를 연구하는 방법을 배우게 되며 과학에 대한 긍정적인 자세를 갖출 수 있다(Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998).

그동안 과학에서 탐구의 중요성이 오랫동안 강조되어왔고, 2007년 개정 교육과정에서는 자유 탐구를 도입하여 학생들이 탐구를 수행하는 기회를 제공하기도 했지만, 학교에서 이루어지는 탐구가 학생들에게 의미 있는 학습을 제공하지 못한다는 비판을 받고 있다(Bell *et al.*, 2003; Hodson, 1982; Wellington, 1998). 그 이유 중 하나는 교과

* 교신저자 : 이봉우 (peak@dankook.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.6.865>

서에 제시된 탐구가 관련된 과학 개념을 학습하는 과정에서 도입되어 학생들이 주어진 과정을 따라서 진행하는 수행 중심의 활동으로 구성되었기 때문이다.

자유 탐구를 수행하는 과정에서 가장 크게 느끼는 어려움은 무엇을 탐구할 것인지를 정하는 것이다(Lee, 2013). 연구자들도 무엇을 연구할 것인지 끊임없이 찾고 있는 것처럼, 학생들도 탐구를 시작할 때 무엇을 탐구할 것인지가 주어지지 않았을 경우에 매우 곤란해 한다. 교과서에 제시된 대부분의 탐구들은 탐구할 주제와 내용이 정해져 있어, 학생들 스스로 주제를 찾는 활동을 수행하는 경험이 부족하기 때문이기도 하다.

과학적 탐구 활동이 의미 있으려면 학생들이 스스로 탐구할만한 가치가 있는 새로운 문제를 발견하고 제안하는 과정이 포함되어야 한다. 과학적 탐구 과정에 ‘문제 인식’이 주요 탐구 기능으로 포함된 것이나 Chinn & Malhotra(2002)가 제안한 참탐구 모형에서 ‘연구 질문 생성하기’를 포함하고, Roth(1995)가 학생들이 ‘잘 정의되지 않은 문제 상황에서의 탐구 경험’을 가질 수 있어야 한다고 강조한 것 모두가 과학적 탐구 활동에서 ‘문제 발견’의 중요성을 강조한 것이다.

창의적 문제 발견 능력을 평가하기 위한 방법으로 Hu *et al.*(2010)은 창의력의 구성 요소를 이용하여 유창성(Fluency), 융통성(Flexibility), 독창성(Originality) 등을 이용한 창의적 과학 문제 발견 능력(Creative Scientific Problem Finding, CSPF)을 이용하였다. 이후 그들은 창의적 문제 발견 능력에 대한 학습자간의 상호 작용(peer interaction)의 영향(Han *et al.*, 2013), 수업 분위기의 효과(Chen *et al.*, 2014), 교수 방법의 영향(Jia *et al.*, 2017) 등의 연구를 수행하였다.

최근 우리나라에서 과학 탐구에 대한 연구가 많이 이루어지고 있지만, 과학 탐구에서의 문제 발견과 관련된 연구는 그렇게 많이 이루어지지 않았다. Park(2005)은 대학생들의 탐구 문제 생성 과정을 살펴 보면서 어떤 전략을 사용하는지 관찰하여 과학적 탐구 문제의 유형을 ‘새로운 결과 탐구 문제(New-Result Inquiry Problem)’, ‘관계 탐구 문제(Relationship Inquiry Problem)’, ‘왜-어떻게 탐구 문제(Why-how Inquiry Problem)’, ‘무엇 탐구 문제(What Inquiry Problem)’, ‘적용 탐구 문제(Application Inquiry Problem)’, ‘실험 방법 탐구 문제(Experimental Method Inquiry Problem)’ 등으로 구분하였고, 탐구 문제 제안을 위해 학생들이 사용한 전략으로 사전 전략 분석(Pre-analyzing Strategy), 연결 전략(Relating strategy), 대체 전략(Replacing strategy), 갈등 전략(Conflicting strategy), 추리 전략(Infering strategy), 목표 인식 전략(Purpose-recognizing strategy), 확장 전략(expanding strategy) 등을 발견하였다. Ryu & Park(2006, 2007, 2008, 2009)은 특정 문제 상황에서 고등학생의 문제 발견 분석(Ryu & Park, 2006), 고등학생의 문제 발견 능력과 학업성취도, 탐구 능력, 창의력의 관계 분석(Ryu & Park, 2007), 과학 영재의 탐구문제 발견 과정 분석(Ryu & Park, 2008, 2009) 등의 연구를 수행했다. 그들은 탐구 문제 발견 단계를 문제 상황 탐색, 직관적 지식 및 경험 표출, 문제 상황과 관련된 의문 제기, 기존 지식 및 경험 표출, 토의 내용과 관련된 의문 제기, 잠정적 문제의 제안, 적절성 논의, 최선의 문제 선택 등으로 구분하였다. Jeong & Kim(2013)은 초등학생(일반학생, 과학영재)을 대상으로 한 연구를 통해 Ryu & Park(2009)의 탐구 문제 발견 단계에 ‘생성된 문제의 탐색’과 ‘최선의 문제 선택’의 두 가지 단계를 추가하였다. 이들 연구들은 특정한 문제 발견 과제를 제시하

고 그 안에서 탐구 문제를 제안하는 과정까지만 진행하였기 때문에 완전한 자유 탐구라고 할 수 없다. 문제 발견은 이후에 진행되는 실험 설계 및 수행에 이르는 전 과정을 고려하여 이루어지는 것이기 때문에 학생들의 탐구 문제 발견 과정을 분석하기 위해서는 실제 진행되는 전체 탐구의 맥락 속에서 연구될 필요가 있다.

본 연구는 학생들이 자유 탐구를 수행하는 과정에서 탐구 문제 발견이 이루어지는 과정을 분석하고 그 특징을 살펴보는 데 목적이 있다. 주요 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 모둠으로 이루어지는 자유 탐구 활동에서 학생들이 문제를 발견하는 과정은 어떤 단계와 전략을 거쳐 이루어지는가?

둘째, 학생들의 과학적 탐구 문제 발견 과정에서 나타나는 특징은 무엇인가?

본 연구에서는 연구 과정에서 얻어진 자료와 결과를 바탕으로 학생들의 탐구 문제 발견 역량을 신장시킬 수 있는 방안을 모색할 것이다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상 및 탐구 수행 과정

본 연구의 대상은 경기도 소재 A 고등학교 2학년 자연계열 학생이다. A 고등학교에서는 2학년 과목으로 ‘환경과 녹색 성장’이라는 과목을 편성하였다. 「환경과 녹색 성장」 과목의 교육과정에는 주제 탐색과 선정, 계획 수립과 실행, 결과 발표와 평가를 학습 내용으로 하는 환경 프로젝트 영역이 있는데, 이 영역으로 1년간 수업을 진행하도록 교육과정을 재구성하였다. 학생들은 주당 2시간의 수업을 통해 자유 탐구 활동을 수행하였다.

관심 분야가 비슷한 학생들끼리 모듬이 구성되도록 하기 위해 3주 동안 학생 개인별로 자신의 관심 분야에 대한 선행 연구 자료를 조사하고 요약하여 발표하는 활동을 진행하였다. 그 후 1주 동안 모듬 구성을 위한 활동으로 개인별로 자신의 관심 분야와 연구 활동과 관련하여 자신이 잘 할 수 있는 것, 함께 했으면 하는 조원에게 바라는 점 등을 기록한 포스터를 만들어 발표하게 한 후, 학생들끼리 자유롭게 모듬을 구성하도록 했다. 1차로 모듬이 구성된 이후, 인원 조정이 필요한 경우에는 학급 학생들이 서로 토의하며 최대한 학급 학생들 모두가 동의할 수 있는 모듬 편성이 되도록 하고자 했다.

모듬 편성이 완료된 후에는 4주 동안 탐구 주제 선정 및 탐구 계획 수립 활동을 진행하였는데 학생들에게는 컴퓨터, 무선 네트워크 시스템, 태블릿 PC 등 자료 검색이 필요한 환경을 제공하였고 조별로 준비물 구입 예산을 지원하였다. 탐구 주제 선정 과정에서는 주 2회 수업 중 1회는 진행 중인 상황을 발표하며 급우들의 의견을 듣고 지도 교사로부터 피드백을 받는 과정을 반복하였다. 탐구 계획 세우기 단계가 마무리된 후 탐구 계획 발표를 진행했다. 모듬별로 자신들이 세운 탐구 계획을 포스터로 정리하여 발표하였고 다른 학생들은 탐구 계획에 피드백을 제시하는 과정을 수행하였다. 연구 계획 발표 후에는 연구를 진행하기 위해 필요한 준비물 목록을 보며 연구 진행에 적합한 것인지 검토하였다. 학교에 준비되어 있는 준비물인지 구입이 필요한 준비물인지 정리하였고, 학생들이 신청한 준비물은 학교에서 일괄 구입하여 제공하였다. 본 연구에서는 약 1학기동안 탐구를 진행한 이후 탐구 주제 생성 과정에 대한 면담을 실시하였다.

Table 1. Information of students that took part in small-group inquiry activity

모둠	여학생 (명)	남학생 (명)	비고	모둠	여학생 (명)	남학생 (명)	비고
1	0	4	• 학업성적 중하	9	2	1	• 학업성적 중상 또는 중하 • 제시해준 활동에 성실하게 임함
2	1	2	• 조장 탐구능력·학업성적 우수 • 조원 적극적 참여	10	3	1	• 학업성적 중 또는 하 • 연구 활동에 소극적임
3	1	2	• 조장 탐구능력·학업성적 우수 • 조원 모두 연구에 대해 매우 적극적임	11	0	3	• 학업성적 상 • 과학에 관심이 많고 활동에 적극적임
4	1	3	• 조원 모두 학업성적 우수 • 의학에 관심 있는 학생들	12	4	0	• 학업성적 중하
5	0	3	• 조장 학업성적 우수 • 조원 모두 과학에 대한 관심이 많음	13	1	3	• 학업성적 상, 중 • 약학 분야에 관심 있음
6	0	3	• 조원 모두 연구 활동에 적극적임	14	2	1	• 학업성적 중상, 중하 • 조장이 주도적으로 연구 활동을 이끌
7	0	3	• 조원 1명 학업성적 상 • 나머지 조원 활동 소극적	15	2	1	• 같은 동아리 • 지속가능발전 분야에 관심 있음
8	0	4	• 조원 학업성적 중 또는 중하				

Table 2. Definition of steps and strategies in process of inquiry problem finding

탐구 주제 선정 과정		정의
단계	주제어 선정	공통적으로 관심 있는 탐구의 범주를 정하는 단계. 주제어는 상황, 현상, 소재 등 다양하게 제시됨
	문제점 제기	제시된 문제 상황(주제어)과 관련하여 문제점을 제시하는 단계
	의문점 제기	제시된 문제 상황(주제어)과 관련하여 과학적 의문을 드러내는 단계
	탐구 주제 생성	탐구할 주제를 최종적으로 정하는 단계
전략	정보 탐색	주제어 선정 또는 탐구 주제 생성을 위해 필요한 자료를 수집하는 과정
	선행 연구 탐색	학술연구, 학생탐구 등을 탐색하는 과정
	지식/정보의 공유	개인의 지식이나 경험을 다른 모둠원에게 알려주는 과정
	지식/경험의 연결과 확장	정보/선행연구 탐색 등을 통해 수집한 정보를 연결/확장하여 현재 진행되는 주제어/탐구주제를 다듬는 과정
	환경 인식	주변 상황(자연, 사회적 이슈)을 인식하여 주제어/탐구 주제와 연결하는 과정
	전문가 자문	동료학생/교사 등을 포함하여 타인으로부터 정보를 얻는 과정
	적합성 논의	토의를 통해 학생들이 제시한 주제어 또는 탐구 주제를 선정할 것인지 결정하는 과정
	정교화	선정한 탐구 주제에 새로운 내용을 부가 또는 덜 중요하거나 중복되는 내용은 삭제시켜 정리하고 표현을 다듬는 과정

수업에 참여한 학생은 모두 3개 학급에 91명이었다. 이 중에서 비교적 탐구가 원활하게 진행되고 있는 15개 모둠(48명)의 학생들을 대상으로 탐구 문제 발견 과정에 대한 심층 면담을 실시하였다. 각 모둠별 남녀 학생 인원수와 특징은 Table 1과 같다.

2. 분석 방법

연구 대상으로 선정한 15개 모듬의 학생 48명을 대상으로 모듬별 면담을 진행하였다. 면담은 20분~50분 정도 진행하였으며, 학생의 동의를 얻어 면담 과정을 녹음하고 전사하였다. 학생들에게 탐구 문제의 탐색을 시작하는 과정부터 최종적으로 탐구 문제를 선정하는 전 과정을 이야기하도록 하였으며, 연구자는 학생들의 서술 과정에서 확인하고 싶은 내용을 추가로 질문하였다. 학생들이 최종적으로 선정한 탐구 문제 이외에도 중간에 선택되지 않은 탐구 문제의 발견 과정도 나타내도록 하였다. 여러 개의 후보들 중에서 최종 탐구 문제를 선택한 이유, 자료 조사의 방법 등을 질문하였으며, 종합

적으로 탐구 문제 발견 과정에서의 어려움을 나타내고, 학생 수준에서 탐구 주제 선정을 도와 줄 수 있는 방법에 대한 제안도 제시하도록 하였다.

학생들이 탐구 문제를 발견하는 과정은 Ryu & Park(2009)의 탐구 문제 발견 과정과 Jeong & Kim(2013)의 탐구 문제 발견 단계를 참고하여 새롭게 단계를 구성하였다. 이전 연구들에서는 특정 과제를 제시하고 이 속에서 탐구 주제를 선정하도록 하였기 때문에 완전한 자유 탐구라고 할 수 없어 새로운 요소가 필요하였다. 특히 많은 학생들의 탐구 문제 발견 과정에는 탐구 문제보다 큰 범주의 ‘주제어’를 선정하는 단계를 발견할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 탐구 문제 발견의 과정을 크게 ‘주제어 선정’ → ‘문제점 제기, 의문점 제기’ → ‘탐구 문제 발견’ 등의 단계로 구분하였고, 각 단계에 도달하기 위한 전략(방법)으로 ‘정보 탐색’, ‘선행 연구 탐색’, ‘지식/경험의 공유’, ‘지식/경험의 연결과 확장’, ‘환경 인식’, ‘전문가 자문’, ‘적합성 논의’, ‘정교화’ 등으로 구분하였다. 각 탐구 문제 발견 과정의 단계와 전략의 구체적인 내용은 결과에서 예와 함께 제시하였다.

III. 연구 결과

1. 탐구 문제 발견 과정의 '단계'

학생들이 탐구를 수행하면서 겪는 가장 큰 어려움은 탐구 문제를 발견하는 것이다. 학생들끼리 탐구 문제를 정하기 위해 처음 모인 자리에서 바로 탐구 문제가 결정되는 경우도 있지만, 이 경우는 사전에 생각해 놓은 주제를 다른 학생들과의 합의 과정을 통해 결정한 것일 뿐이다. 대부분의 경우, 학생들은 세부 연구 주제를 정하기에 앞서 보다 큰 범주의 '주제어'를 정하는 과정으로 출발한다. 주제어란 크게 상황, 현상, 소재 등으로 구분될 수 있다. 상황이란 어떤 일이 일어나는 상태나 배경을 나타낸 것으로 모듈 6의 '화장실 소변기에서 소변이 튀는 상황'이나 모듈 8에서 '게임을 하는 동안 컴퓨터가 뜨거워지는 상황'이 예이다. 현상은 어떤 일이 일어나는 원리를 나타낸 것으로 브라질 땅콩 효과(모듈 3), 초발수성(모듈 5), 녹 제거(모듈 9), 타감 작용(모듈 10), 식물의 생장(모듈 11), 항균작용(모듈 12), 에너지 하베스팅(모듈 14), 사막화현상(모듈 15) 등이다. 소재는 특정 제품이나 대상을 나타낸 것으로 미세먼지(모듈 1), 탄닌(모듈 2), 항생제(모듈 4, 모듈 13), 천연 탈취제(모듈 7) 등이다.

보통 학생들은 탐구 문제를 정하기 위하여 논의를 할 때 처음 제시하는 질문은 '우리는 무엇을 탐구할까?'이다. 즉, 탐구 문제보다 탐구의 대상을 정하는 것으로부터 탐구를 출발하려는 경향이 있다. 바로 이 탐구의 대상이 학생들이 수행하는 탐구의 '주제어'에 해당된다. 탐구의 '주제어'를 먼저 생각한 이유에 대해서 모듈 2의 학생 A는 '키워드를 하나 정하고 나면 방향이 정해지니까 좀 더 수월해질 거라고 생각을 해서 그렇게 시작을 하게 됐어요'라고 응답을 하였다. 다음은 모듈 2의 학생이 자신의 모듈이 탐구 문제를 선정한 과정을 한 문단으로 요약하여 말한 것을 옮긴 것이다.

- 일상생활 속에서 발견하고 그 것을 찾게 된 것이 아니고 정리하자면 성공한 선행 연구를 검색하다보니 그 연관 검색으로 탄닌이 나왔고 탄닌에 대해서 여러 가지 조사를 해보니까 여러 자료들이 나왔습니다. 그 자료 속에서 일상생활 속에 적용할 수 있는 것들 선별을 해냈고 그 선별해 낸 것 중에 저희가 할 수 있는 학생 수준에서 할 수 있는 연구 주제를 정하게 된 것이 '탄닌을 활용한 곤충 기피제 만들기'입니다.

무엇을 해야 할지 아무 것도 모르는 상태에서 주제어가 결정되면 이것을 바탕으로 탐구를 진행할 수 있게 되는 것이다. 과학자들도 '무엇'을 연구할 것인지에 대한 고민을 많이 하지만, 일반적으로 과학자들은 연구 분야가 대략적으로 정해져 있고, 이전에 진행했던 연구의 후속 연구도 진행하고 있기 때문에 연구 대상이 정해져 있는 경우가 많다. 그러나 학생들이 수행하는 자유 탐구는 아무런 배경이나 사전 경험이 없는 상태에서 이루어지기 때문에 백지 상태나 다름없다. 또한 탐구를 수행한 경험도 적거나 아예 없기 때문에 어떤 대상이 탐구 대상이 될 수 있을지 가늠하기도 어렵다. 따라서 구체적인 탐구 문제를 정하기에 앞서 학생들에게는 탐구 대상에 해당하는 '주제어'를 선정하는 과정에서부터 많은 어려움을 제시하곤 한다. 따라서 탐구 문제 발견 과정에서 큰 어려움을 제시하는 학생들에게는 교사가

몇 개의 주제어를 제시해 주는 것도 학생들이 탐구 문제를 발견하는데 도움을 주는 방법이 될 수 있다.

'주제어'가 정해지고 탐구 문제가 발견되는 과정에는 '문제점 제기'와 '의문점 제기'의 단계가 포함되기도 한다. 모듈 8의 경우, 컴퓨터 게임을 하다가 컴퓨터가 매우 뜨거워지고 방열 팬이 켜지는 소리가 들리는 경우에 컴퓨터를 끄고 식힌 다음에 다시 게임을 하곤 했던 문제점에서 탐구 주제(열전소자를 이용한 CPU 냉각팬 기능 향상 연구)가 발견되었다. 이와 같이 생활 속에서 경험하는 불편함을 해결하는 방법으로 탐구 주제가 정해지는 경우가 많았다. 주제어가 정해졌다고 해도 그 뒤에 구체적인 탐구 주제를 정하는 과정도 매우 긴 시간과 논의가 필요하다. 주제어와 관련된 생활 속 불편함(문제점)이 제기 되면 자동으로 그 문제점을 해결하는 방안을 찾는 연구로 탐구 주제가 정해진다. 이와 같이 '문제점 제기' → '탐구 문제 발견'의 단계로 탐구 주제 발견이 이루어지는 경우가 많이 발견되었다. 모듈 6에서는 학생 한 명이 화장실에서 소변을 누다가 소변기에서 소변이 튀는 불편함을 경험하고 이러한 문제점을 해결하는 탐구 주제(소변이 튀지 않는 소변기 만들기)가 정해졌다.

불편한 것이 무엇이 있을지 찾을 수 있으면, 그 문제점을 해결하기 위한 과정이 탐구 문제가 될 수 있다. 그 탐구의 진행 과정이 쉬운지 혹은 어려운지와 관계없이 탐구 문제를 발견하게 되는 자연스러운 과정이 되는 것이다. 따라서 학생들은 문제 발견 전략으로 '불편함 찾기'를 제안하였다. 생활을 하면서 불편한 점을 메모하거나 기억하여 이 불편함 해소의 과정을 탐구 문제로 연결시키는 것이다.

'주제어 선정'에서 '탐구 문제 발견' 사이에 '의문점 제기'의 단계가 포함되기도 한다. 일반적으로 과학은 어떤 현상이 왜 일어나는지에 대한 답을 찾는 과정이다. 따라서 어떤 문제 상황이나 주제어와 관련하여 의문되는 점이 있으면 이것을 찾는 과정으로 탐구가 진행되기도 한다. 예를 들어 모듈 13의 학생들은 천연 물질에 항균, 항생 효과가 있다는 정보로부터 '비타민도 항균 효과가 나타날까?'의 의문을 제기하게 된다. 따라서 이러한 의문점을 해결하는 과정으로 탐구 문제(과일 속 비타민이 세균의 생장 및 번식에 미치는 영향 탐구)가 정해졌다.

2. 학생이 사용한 '전략' 분석을 통한 탐구 문제 발견 과정

학생들이 탐구 문제를 발견하는 동안에 구체적으로 어떤 과정을 따르는지 분석하기 위해 학생들이 선택한 전략을 기반으로 분석하였다. 학생들이 선택한 전략으로는 탐색(정보 탐색, 선행 연구 탐색), 지식/정보의 공유, 지식/정보의 연결과 확장, 환경 인식, 전문가 자문, 적합성 논의, 정교화 등이 발견되었다.

첫째는 탐색이다. 학생들이 수행한 전략으로는 일반적인 정보 탐색과 선행 연구 탐색 등으로 구분된다. 학생들이 탐구 주제를 정하기 시작할 때에는 모여서 같이 수행하기도 하고, 각자 준비를 한 다음에 모임을 갖기도 한다. 이 두 경우 모두 학생들은 정보 탐색으로 시작한다. 정보 탐색 과정에서 대부분의 학생들은 인터넷을 이용한다. 쉽고 빠르게 정보를 검색할 수 있다는 이유로 인터넷을 사용하는데, 연구에 참여한 많은 학생들은 인터넷에 있는 정보의 오류 가능성을 인지하고 있어 가능하면 공인된 자료를 참고하려고 노력하는 모습을 보이기도 했다.

인터넷을 통한 정보의 검색이 책이나 다른 방법보다 더 낫다고 생각하는 이유로는 쉽고 빠르다는 것 이외에도 검색이 지속적으로 연결된다는 점을 들 수 있다. 하나의 검색어를 입력하여 검색을 하여 나오는 결과물을 보면서 계속 다른 내용으로 연결되면서 검색이 이어진다는 것이다. 이를 통해 여러 가지 내용이나 방법의 실마리를 얻을 수 있는 장점이 있다. 이와 관련한 학생의 의견을 옮기면 다음과 같다.

- “뭔가 저희가 생각한 것만 찾다 보면 이게 좀 한정적이잖아요 그런데 한 단어를 검색하면 여러 가지가 더 나오잖아요 그래서 그것을 통해서 여러 가지 방법을 더 찾을 수도 있어서 ...”
- “항균물질에 대해 검색해보고 그러다가 비타민 같은 게 나왔고 그래서 비타민을 검색해보니까 항생제랑 같이 쓰면 항암효과가 100배가 된다는 게 있어서 비타민만을 사용하면 어떻게 될까 생각해서 그쪽으로 생각해서 됐어요.”

특히 학생들은 선행 연구를 검토하는 시도를 많이 하였다. 대부분의 학생들은 한국과학전람회 수상작품을 통해서 학생들이 수행한 탐구들을 보면서 탐구의 주제어를 발견하기도 하고, 진행하고자 하는 탐구 문제와 비슷한 선행 연구가 있는지 검색하기도 하였다. 최근 많은 고등학교에서는 동아리 활동을 통해 학생들의 탐구 활동을 적극적으로 권장하고 있으며, 과학중점학교를 비롯한 일부 학교에서는 ‘과제 연구’를 정규 교과목으로 지정하여 학생들이 탐구의 경험을 갖도록 하고 있다(Son et al., 2018). 학생들이 학술 논문을 검색하여 참고할 수 있도록 학술정보 검색시스템을 갖추고 있는 학교도 많아졌고, 학생들이 학술연구정보서비스(riss4u.net)를 이용하는 경우도 많이 발견되었다.

학생들이 선행 연구를 탐색하는 과정은 주제어 발견이나 특히 탐구 문제 발견에 많은 영향을 주었다. 모둠 1의 경우, 미세 먼지를 주제어로 세부 탐구 주제를 정하는 과정에서 ‘토양의 중금속을 전자기장을 이용해 거르는 선행연구’를 탐색하여 ‘전자기 유도를 이용한 미세먼지 제거 마스크 필터 제작’이라는 탐구 문제를 정하였다. 모둠 5에서는 연잎의 발수현상으로부터 탐구 문제를 찾는 과정에서 ‘산화아연을 이용한 발수’와 관련된 선행 연구를 참고하여 ‘산화아연을 이용한 초발수성 물질 제작’이라는 탐구 문제를 발견하게 되었다. 모둠 12에서는 세균을 억제하는 방법과 관련된 선행 연구를 찾다가 ‘다시마 추출물을 이용한 충치균 억제’라는 논문을 참고하여 충치균 이외의 다른 세균도 억제가 가능할 수 있겠다는 생각을 갖고 ‘해조류 추출물을 활용한 항균 효능성 탐구’라는 탐구 문제를 정하게 되었다.

이와 같이 선행연구들이 학생들의 탐구 문제를 긍정적으로 변화시켜주기 때문에 선행 연구 탐색은 매우 필요한 전략이다. 다만 길고 어려운 논문들을 본다는 것이 고등학생 수준을 고려하면 매우 힘든 일이다. 학생들 사이에도 초보적인 수준에서 선행 연구를 살펴보는 학생도 있고, 과학자들이 참고하는 논문까지 살펴보는 학생도 있어 그 수준의 차이가 매우 크다. 많은 학생들이 참고하는 한국과학전람회의 탐구 보고서들(수상작)을 국립중앙과학관에서 온라인 서비스로 공개하고 있기는 하지만, 그 이외에는 고등학생 수준에서 검색할만한 선행 연구 자료가 거의 없는 실정이다. 따라서 학생들이 수행하여 발표한 탐구 결과들을 데이터베이스화하여 다른 학생들이 참고할 수

있도록 할 필요가 있다.

둘째는 지식 정보의 공유, 연결과 확장이다. 여러 학생들이 공동으로 진행하는 소집단 탐구에서 학생들이 인터넷 등을 이용하여 찾은 정보나 기존에 가지고 있던 경험들을 제시하는 경우가 많이 발견되었다. 이는 Ryu & Park(2009)이 탐구 문제 발견 단계에서 ‘직관적 지식 표출’과 ‘기존 지식 표출’ 단계에서 학생들은 학생 개개인이 갖고 있는 지식이나 경험을 제시하는 과정을 거친다고 한 것과 일맥상통한다. 본 연구에 참여한 학생들은 지식/정보를 공유하는 차원을 넘어 새로운 지식이나 경험을 기존의 아이디어에 연결하여 작성중인 탐구 문제가 확장되는 형태로 나아가도록 하는 경향도 보였다. 예로 모둠 6에서는 과학전람회 수상작품에서 소변기에 보조 장치를 연결해 소변이 튀지 않는 방안에 대한 연구를 참고(정보의 연결)하여 소변기의 소재와 각도를 조절하는 방안으로 소변기를 만드는 탐구를 선정하게 되었고, 모둠 7에서는 천연 탈취제와 관련된 정보를 검색하다가 탈취제가 유해하다는 내용을 참고하여(정보의 연결), 인체에 유해하지 않은 송진이나 꿀껌질을 이용한 탈취제를 개발하는 탐구를 계획하였다. 모둠 11의 학생들은 환경이나 생명과 관련된 탐구를 찾고 있었다. 이때 한 학생이 자신의 어머니께서 식물을 좋아하고 키우는데 잘 자라지 않는다는 경험을 이야기하면서 식물의 생장에 영향을 주는 요인들을 탐구해 보기로 결정했다.

정보의 연결에서 교과서 내용과 사회 문제를 연결하여 탐구 주제를 선정한 사례도 있었다. 모둠 1에서는 에너지와 관련된 연구 주제를 생각하다가 자기부상열차와 같은 교통수단의 에너지 사용을 고민하는 과정에서 자기장과 연관이 있는 ‘전자기 유도’를 떠올렸다. 전자기 유도는 학생들이 탐구를 수행하는 시기에 수업 시간에 배우는 내용이었는데, 학생들은 이 전자기 유도를 이용하여 미세먼지를 없애는 방법을 탐구하기로 결정했다. 다음은 이와 관련하여 교사와 학생이 나눈 대화의 일부이다.

- 학생: 저 미세먼지가 중금속으로 이루어졌다는 걸 알고 나서 학교에서 배우고 있던 게 마침 전자기유도여서 이 원리를 미세먼지 제거에 쓰면 되겠다고 생각했어요.
- 교사: 그럼 수업시간에 배우던 것이 사회적인 문제와 서로 융합이 됐다고 볼 수 있겠네.

학생들이 탐구 문제를 정하는 과정은 끊임없는 정보의 탐색과 협의의 과정이며, 학생들은 자신들이 찾은 자료를 탐구에 적절히 연결하여 탐구 문제가 보다 좋은 탐구로 완성되어 갈 수 있도록 해야 한다. 학생들은 교과서에 나오지 않는 내용들로 탐구 문제를 선정하려는 경향이 있는데, 교과서에서는 새로운 과학 개념을 배울 때 도입과 적용 부분에서 생활과의 연결을 많이 제시하기 때문에 교과서에서 제시한 개념과 관련된 탐구 문제를 선택하는 것도 좋은 시도가 될 수 있다.

셋째는 환경 인식이다. 학생들이 탐구 문제를 정할 때 많이 고려하는 것은 활용 가능성이다(이와 관련된 내용은 뒤에 추가적으로 논의할 것이다). 따라서 많은 학생들은 현재 당면한 문제점을 해결하려는 시도를 많이 하고, 이 과정에서 사회적인 문제를 많이 고려하게 된다. 시기적으로도 일상생활 속에서 많이 제시되는 내용이기 때문에 학생들에게 자주 노출되는 주제어일 뿐만 아니라 관련된 최신 자료도 쉽

게 구할 수 있는 장점이 있다. 예를 들어 모둠 1은 미세 먼지가 심해서 체육시간에도 야외활동을 할 수 없었던 환경을 인식하여 미세먼지 제거로 탐구 주제를 선택했고, 모둠 2는 뉴스에서 불개미의 피해에 대한 기사를 접하고 탄닌과 해충 제거를 연결하게 되었다.

넷째는 전문가 자문이다. 학생들이 정보를 얻는 과정에서 자신이 아닌 타인의 도움을 받는 것을 말한다. 학생들이 탐구 문제 발견 과정에서 도움을 요청한 대상은 친구, 선생님, 부모님 정도로 주위에서 쉽게 접근할 수 있는 사람들이었다. 모둠 15에서는 과학고등학교에 다니는 친구가 자신보다 더 탐구의 경험이 많을 것으로 기대하여 탐구 문제와 관련된 도움을 구하려는 시도를 하였고, 모둠 4의 한 학생은 한의사인 아버지에게 한의학과 관련된 내용을 질문하기도 했다. 선생님에게는 여러 모둠에서 도움을 요청하였는데, 과학자나 연구원과 같은 전문가의 도움을 구한 경우는 찾지 못했다. 탐구 문제가 정해진 이후에 실험을 설계하거나 해석하는 과정에서는 관련 분야의 전문가에게 이메일을 보내서 조언을 구하는 과정이 다소 일어나지만, 문제 발견 과정에서는 어떤 전문가에게 질의를 할 것인지가 불분명하기 때문에 이루어지지 않았던 것으로 보인다. 특이한 사례는 모둠 2의 학생이 수행한 SNS를 이용한 자문이었다. 이 학생이 사용한 것은 ‘카○○○ 오픈채팅’이었다. 오픈채팅이란 특정 주제를 기준으로 모여 콘텐츠를 주고받는 채팅방으로, 이 학생은 과학과 관련된 오픈채팅방에서 탐구할만한 문제를 얻으려는 시도를 하였다.

다섯째는 적합성 논의이다. 소집단 공동 탐구에서 학생들은 지속적으로 토의 활동을 수행한다. 인터넷으로 자료를 찾다가(정보 탐색) 괜찮은 자료가 나오면 다른 학생들에게 소개하고(정보 공유), 협의를 통해서(적합성 논의) 주제어를 선정하거나 탐구 문제를 결정하게 된다. 그렇다면 학생들은 여러 개의 후보들 중에서 어떤 문제는 선택이 되고 어떤 문제는 배제하게 되는 것일까? 학생들과의 면담에서 탐구 문제 선택 시 고려하는 사항이 무엇인지 질문하였는데, 가장 많이 응답한 것은 실행 가능성(현실성)과 실생활 적용 가능성이다. 학생들이 실험을 실제로 수행해서 결과를 얻을 수 있을 수 있는지의 여부가 첫 번째 조건으로 이것은 충분히 예상 가능한 응답이었다. 학생의 응답이 나올 것으로 예상하지 못한 것은 실생활 적용 가능성이었다. 다수의 학생들이 탐구를 통해 얻은 결과가 실생활에 활용될 수 있는 유의성이 있어야 한다는 생각으로 우리가 과학의 발달이 인류의 삶을 윤택하게 한다는 과학의 유용성이 반영된 결과로 해석할 수 있다. 다음은 실생활 적용 가능성에 대한 학생의 의견을 적은 것이다.

- 아무래도 저희 실생활에 적용 해보는 것이 저희가 스스로 효과를 측정해 보기도 쉽고 실제로도 사용할 수 있는 가능성이 있으니까 그렇게 된 것 같아요. 탐구는 현실에 적용 가능해야 해요.

이밖에 독창적이어야 하고, 재미있어야 한다는 의견도 있었고, 일회적인 탐구가 아니라 지속적으로 수행할만한 가치가 있어야 한다는 의견도 있었다. 그렇다면 반대로 학생들이 제안된 여러 탐구 문제 중에서 최종적인 탐구로 선택하지 않을 때 고려한 요인은 무엇일까? 가장 많은 응답은 경제성을 고려하였다는 의견이었다. 교과서에 제시되지 않은 탐구에 필요한 준비물 중에서 이미 학교가 보유하고 있는 것을 제외하면 학생 스스로 준비를 해야 한다. 이 연구는 수업의 과정

에서 이루어진 것이기 때문에 일부 탐구 재료를 준비하기 위한 재정적 지원을 하기는 했지만, 다소 비싼 장비나 재료가 필요한 경우에는 어쩔 수 없이 배제할 수밖에 없는 실정이다. 그 다음으로 배제를 고려한 요인은 개발 연구에서 결과물을 얻을 수 있을지에 대한 회의감이었다. 학생들이 제안하는 탐구 중 많은 것이 현재 나타나는 문제점을 해결하는 방안을 마련하는 방식의 연구인데, 이때 어떤 것을 개발하는 방식으로 진행되곤 한다. 실제로 개발하는 과정에서 나오는 결과만으로도 충분히 좋은 탐구가 될 수 있지만, 대부분의 학생들은 개발에 성공하지 못했을 경우에 아무 것도 하지 못한 실패한 탐구라는 인식을 갖고 있었다. 예로 모둠 3에서는 사회적 약자에게 필요한 것이 무엇이 있을지에 대한 고민으로 출발하여 시각장애인을 위한 보도블록 개발이라는 잠정적 탐구 문제를 제시했는데, 최종적으로 점자 보도블록을 개발하기 어렵다는 생각에 포기하고 다른 탐구 문제를 선택하였다. 이밖에 산·염기를 비롯해 위험성이 있는 실험을 배제하거나, 객관적인 측정값을 얻기 어려워 포기하기도 했고, 식물을 대상으로 하는 연구에서 식물 생장에 적합한 시기를 맞추기 어려워 선택하지 않는 경우도 있었다.

적합성 논의는 모둠 내에서 여러 사람들의 합의를 이끌어가는 과정이다. 모둠 탐구는 혼자서 탐구를 진행하는 것에 대한 두려움을 줄이고 서로 협력하여 진행할 수 있는 장점을 가진 반면에 논의 과정이 만드는 어려움도 나타났다. 탐구 문제 선정 과정에서 어떤 어려움이 있는지 질문하였을 때, 모둠 9의 한 학생은 다음과 같이 학생들 사이의 의견 충돌의 어려움과 관련한 응답을 하였다.

- 서로 의견이 안 맞을 때도 있고 애는 이런 걸 말하는데 ‘우리는 이게 마음에 안 든다.’고 하면서 의견충돌이 생길 수도 있기도 해요. 문제를 정할 때, 약간 사람끼리도 안 맞고 누가 보기엔 이거 정말 별로인데 애는 마음에 들 수도 있으니까, ‘그건 안 좋을 거 같아’라는 말을 하는 것도 되게 조심스러웠던 거 같아요.

마지막으로 정교화이다. 탐구 문제가 바로 정해질 수도 있지만, 많은 학생들은 반복적으로 자료를 찾아서 탐구 문제를 좀 더 완성된 형태로 만드는 모습을 보였다. 이것은 Jeong & Kim(2013)의 ‘문제의 정교화’ 단계와 같은 맥락으로 이해할 수 있다. 탐구 문제의 발견은 실제 탐구가 이루어지기 전 단계까지를 의미하지만, 학생들이 탐구 문제를 고려할 때에는 이미 탐구의 설계까지 머릿속에 염두에 둔다. 적합성 논의에서 탐구 문제로 선정할 때 ‘실행 가능성’을 최우선으로 고려한다는 것이 이를 방증하는 것이다. 1차적으로 탐구 주제가 정해진 다음에 새로운 내용을 추가하기도 하고, 수행하기 어렵거나 덜 중요한 부분은 제외하거나 수정하는 방법으로 정교화 과정이 나타난다. 예로 모둠 9에서는 ‘금속 표면 처리와 녹 제거’라는 탐구 문제를 정하였는데, 이후에 자료를 찾아보면서 다양한 금속 표면 처리 방법 중 할 수 없는 것은 제외하는 과정이나 처리 과정에서 산성 물질을 많이 사용하는 것을 보고 염기성을 포함한 다양한 물질의 특성을 이용하는 방법을 추가하는 과정이 정교화의 과정이다.

이상과 같이 학생들의 탐구 문제 발견 과정에는 다양한 전략이 사용되었다. 15개 모둠 중에서 3개 모둠(모둠 1, 모둠 6, 모둠 9)을 선택하여 탐구 문제 발견 과정을 정리하여 순서대로 Figure 1~3에 제시하였다.

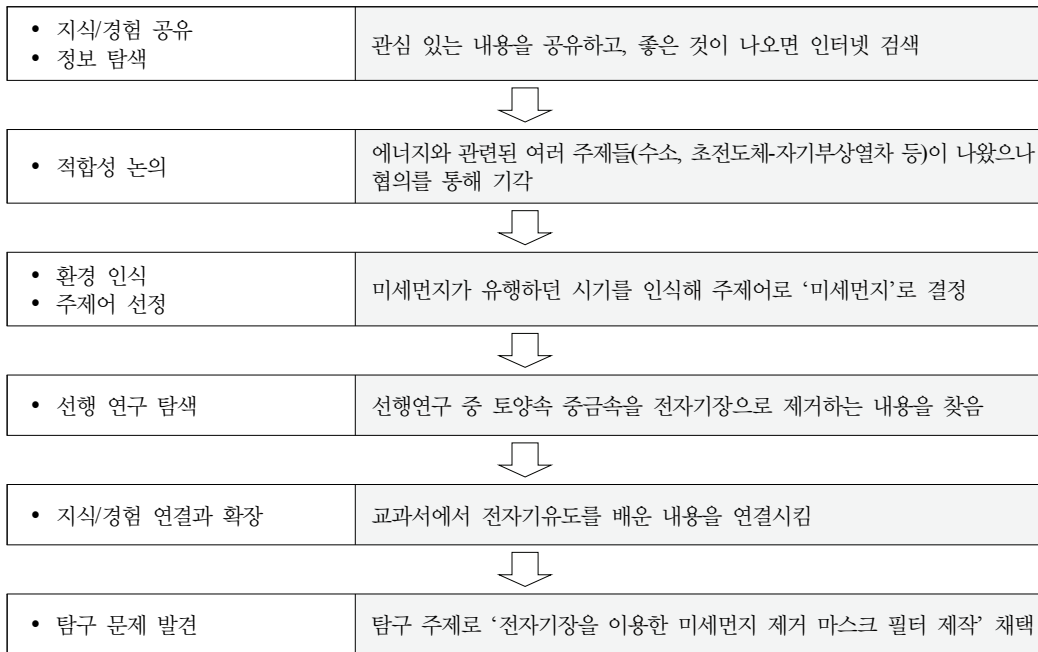


Figure 1. Example of process of inquiry theme generation (group 1)

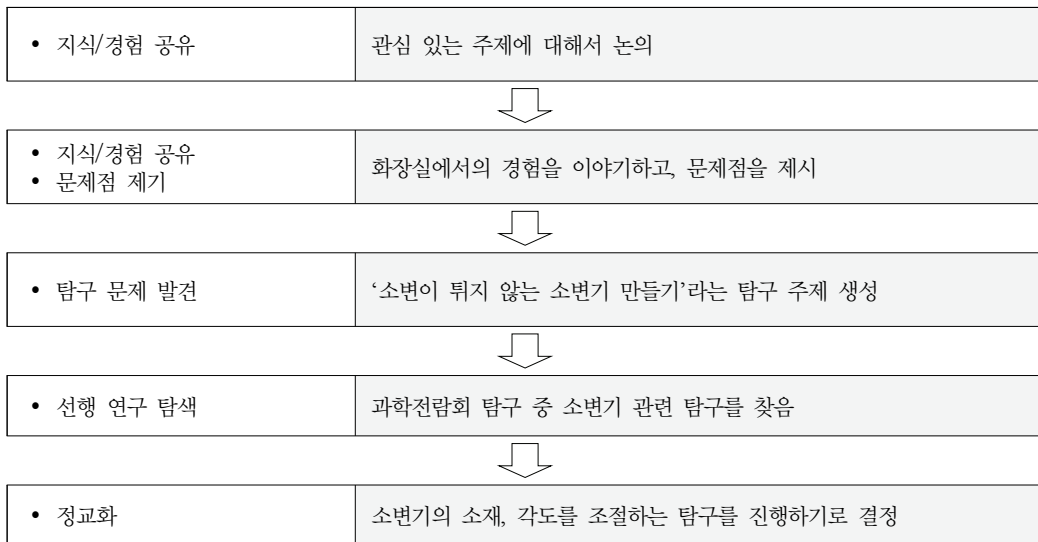


Figure 2. Example of process of inquiry theme generation (group 6)

모둠 1은 탐구 문제를 발견하기 위해서는 모여서 각자 관심이 있는 소재를 생각나는 대로 이야기하였다(지식/정보 공유). 학생들이 제시한 내용들이 관심이 있으면 모두 관련된 영상이나 실험 등을 찾아보았다(정보 탐색). 한 학생은 평소에 영상을 통해 보았던 자기 부상 열차를 말하고 이와 관련된 초전도체를 제시했고, 다른 학생은 물 분해 영상에서 수소를 탐구하자는 제안을 하였다. 그러나 학생들은 논의를 통해 실험하기 어렵다는 이유로 기각하였다(적합성 논의). 이후 다른 학생이 미세먼지가 유행하여 체육시간에 실내 수업을 했던 기억을 이야기하고(환경 인식), ‘미세 먼지’와 관련된 탐구를 수행하면 좋겠다는 결정(적합성 논의, 주제어 선정)하였다. 이후 인터넷을 통해 관련된 내용을 찾아보던 중, 미세먼지 속에는 중금속이 많다는 것을 알게 되었고(정보 탐색), 미세먼지 제거를 위해 생각해 낸 ‘마스크 필터’로 선행 연구를 검색하여 토양 안에 있는 중금속을 전자기장을 이용해 거르는 연구를 참고하였다(선행 연구 탐색). 수업 시간에

배운 전자기 유도를 이용할 수 있겠다는 의견도 반영하고(지식/경험 연결과 확장), ‘전자기장을 이용한 미세먼지 제거 마스크 필터 제작’이라는 탐구를 수행하기로 결정했다(탐구 문제 발견). 모둠 1의 학생들은 탐구 주제를 생성하는 과정에서 ‘지식/경험 공유’ → ‘정보 탐색’ → ‘적합성 논의’ → ‘환경 인식’ → ‘주제어 선정’ → ‘선행 연구 탐색’ → ‘지식/경험의 연결과 확장’ → ‘탐구 문제 발견’ 등의 과정을 거쳤다.

모둠 6의 학생들은 서로 관심 있는 주제를 이야기하는 과정(지식/경험 공유)에서 한 학생이 화장실을 다녀온 후 소변을 보는데 소변기에서 소변이 튀었다는 이야기를 꺼냈다(지식/경험 공유), 이후 다른 학생들도 학교의 소변기는 문제점이 많다는 이야기를 하였고(문제점 제기), 소변이 튀지 않는 소변기를 만들어보는 탐구를 진행하기로 결정했다(적합성 논의, 탐구 주제 생성). 이후 과학전람회 탐구 보고서 중에서 소변기에 어떤 장치를 하여 소변이 튀지 않도록 하는 탐구를

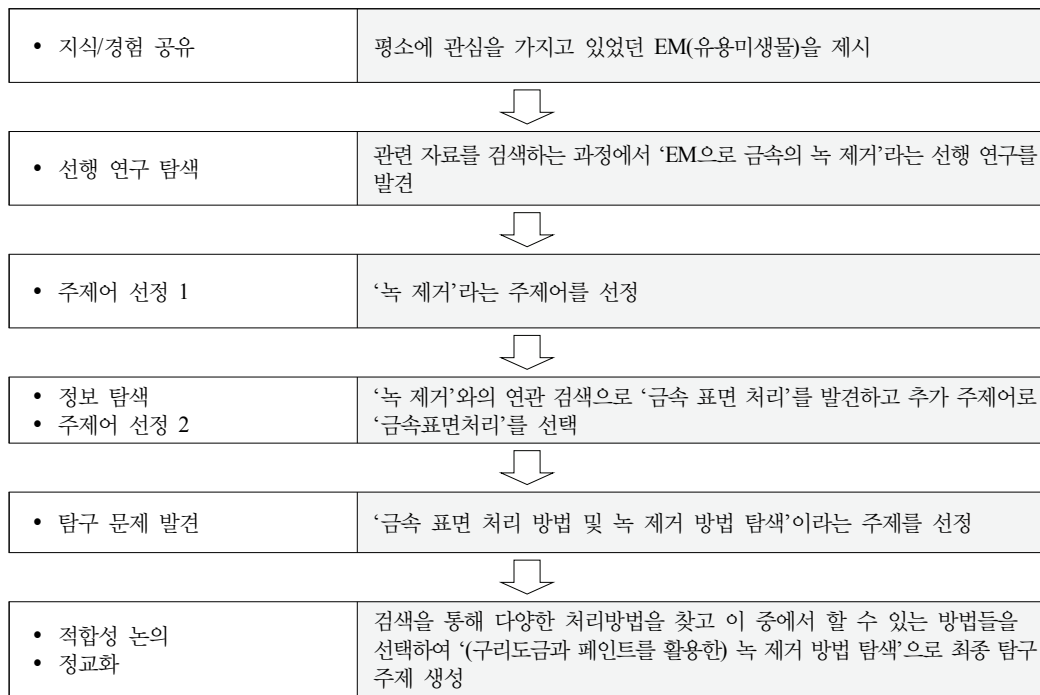


Figure 3. Example of process of inquiry theme generation (group 9)

발견하고(선행 연구 탐색), 이와 다른 방법을 고민하면서 소변기의 소재, 소변기의 각도 등을 조절하는 방식의 탐구를 수행하기로 결정했다(정교화). 이와 같이 모둠 6의 학생들은 탐구 주제를 생성하는 과정에서 '지식/경험 공유' → '문제점 제기' → '탐구 문제 발견' → '선행 연구 탐색' → '정교화' 등의 과정을 거쳤다.

모둠 9에서는 한 학생이 평소에 알고 있었던 EM(유용 미생물)과 관련된 탐구를 해보자는 제안을 했고(지식/경험 공유), 이와 관련된 자료를 찾아보다가 다른 고등학생이 수행한 연구(EM으로 금속(녹)을 제거)에서 힌트를 얻어 '녹 제거'라는 주제어를 선택하게 됨(선행 연구 탐색, 주제어 선정). 이후 '녹 제거'와 관련된 정보를 검색하다가 연관 검색으로 '금속 표면 처리'와 관련된 내용이 많은 것을 알게 되어(정보 탐색), '녹 제거'와 함께 '금속 표면 처리'라는 추가 주제어를 선정하였다(주제어 선정). 학생들은 논의를 통해 '금속 표면 처리 방법 및 녹 제거 방법 탐색'이라는 탐구를 수행하기로 했다(탐구 문제 발견). 인터넷 검색을 통해 금속 표면을 처리하는 다양한 방법이 있음을 알게 되었다. 산성 물질을 이용한 사례가 많음을 발견하고 염기성을 포함한 다양한 물질의 특성을 이용하기로 하면서 추가 자료를 탐색하였다(정보 탐색). 최종적으로 학교에서 실험을 할 수 있는 방법 중에서 구리 도금과 페인트를 활용한 녹 제거 방법을 탐색해 보기로 했다(적합성 논의, 정교화). 종합하여 정리하면, 모둠 9에서는 '지식/경험 공유' → '선행 연구 탐색' → '주제어 선정1' → '정보 탐색' → '주제어 선정 2' → '탐구 문제 발견' → '적합성 논의' → '정교화' 등의 과정을 통해 탐구 문제를 발견하였다.

IV. 결론 및 시사점

'무엇을 연구할 것인가?'는 연구를 수행하는 사람이라면 늘 고민하는 문제다. 처음 탐구를 수행하는 학생들에게는 시작 단계부터 가장 큰 벽에 부딪히는 것이다. 본 연구는 과학 연구(탐구)를 처음 경험

하는 학생들이 어떤 과정을 통해 탐구 문제를 발견하는지 분석하는 것을 목적으로 한다. 3-4명으로 구성된 소집단 자유 탐구를 수행한 후 탐구 문제 발견 과정에 대한 심층 면담을 수행하였고, 그 결과를 분석하였다.

학생들의 탐구 문제 발견 과정을 분석하기 위해서 주제어 선정, 문제점 제기, 의문점 제기, 탐구 문제 발견 등의 '단계'와 각 단계에 도달하기 위한 '전략'으로 정보 탐색, 선행 연구 탐색, 지식/경험의 공유, 지식/경험의 연결과 확장, 환경 인식, 전문가 자문, 적합성 논의, 정교화 등으로 구분하여 탐구 문제 발견 과정을 분석하였다. 주요 특징은 다음과 같다.

첫째, 학생들이 탐구 문제를 발견하는 과정의 중간 단계로 '주제어 선정' 단계가 포함된 사례가 많이 발견되었다. 학생들은 구체적인 탐구 주제를 제시하기에 앞서 탐구의 소재나 상황 등과 같이 넓은 범위의 탐구 대상을 정하고 그 후에 구체적인 탐구 문제를 정하는 경향이 있었다.

둘째, 생활 속에서 경험할 수 있는 문제점을 제시하는 경우에는 그 문제점을 해결하는 방안을 찾는 것으로 비교적 쉽게 탐구 문제를 발견하는 모습을 볼 수 있었다.

셋째, 학생들은 탐구 문제를 발견하는 과정에서 인터넷을 통한 탐색 활동을 많이 수행하였는데, 특히 선행 연구를 검토하여 탐구 주제어를 선정하거나, 제안된 탐구 주제를 수정하는 정교화 과정에 많이 활용하는 모습을 보였다.

넷째, 학생들은 '적합성 논의'의 과정을 통해 탐구 문제(주제어)를 결정하는데, 여러 개 중 하나를 선정하는데 영향을 주는 주요 요인은 실행 가능성, 실생활 적용 가능성, 경제성 등이었다.

다섯째, 시사적인 상황, 교과서 등 생활 주변에서 경험할 수 있는 것들이 탐구 문제 발견에 긍정적인 영향을 주는 사례가 많이 발견되었다.

이상의 결과와 학생들과의 면담 결과를 바탕으로 학생들의 탐구

문제 발견 과정을 도와 줄 수 있는 방안을 논의해 보고자 한다. 첫째, 모둠 탐구를 진행하는 경우, 관심사가 비슷한 사람들끼리 모둠을 구성할 필요가 있다. 대부분의 학생들은 탐구 문제 발견 이전에 탐구의 소재나 환경과 같이 탐구 대상인 ‘주제어’를 정하는 과정부터 출발한다. 그런데 이 ‘주제어’를 정하는 과정도 학생들에게는 쉽지 않은 과정이다. 만약 관심사가 비슷한 학생들끼리 모둠이 구성된다면 주제어 선정이 쉽게 이루어질 수 있다. 모둠 4는 ‘의학’에 관심이 있는 학생들이 모였고, 모둠 10과 모둠 13은 ‘약학’, 모둠 11은 ‘생명이나 환경’을 좋아하는 학생들이 모여 모둠을 구성하였기 때문에 비교적 쉽게 주제어를 선정할 수 있었다. 모둠 4의 한 학생은 “평상시에도 원래 흥미가 조금씩 있던 분야인데, 이렇게 친구들이 모이고 나서 궁금한 점들이나 문제점들의 교집합을 찾다 보니까 이것이 나오게 된 것 같아요”라고 응답하면서 모둠 구성의 중요성을 강조하였다. 관심사가 다르게 구성된 모둠의 한 학생은 자기가 선택하고 싶지 않은 주제의 탐구를 수행하여 흥미가 떨어졌다고 응답하기도 했다. 2007년 개정 과학과 교육과정 해설서에는 자유 탐구 지도에서 소집단 탐구 기법을 소개하고 있다. 이때 큰 주제에 대해서 학생들이 브레인스토밍으로 탐구하고 싶은 소주제를 자유롭게 발표한 다음에 특정 소주제에 관심이 있는 학생들로 소집단을 구성하는 것을 제안하고 있는데, 이 과정은 위에 제시한 방안과 같은 맥락으로 이해할 수 있다.

둘째, 탐구 문제 발견 과정의 표준 과정을 개발하여 지도에 활용할 필요가 있다. 탐구 문제를 발견하는 과정이 매우 어렵기 때문에 간단한 표준 과정을 제시하면 학생들이 그 과정을 따라 수행하면 크게 도움을 받을 수 있을 것이다. 가장 대표적인 표준 과정으로는 ‘문제점 제시 → 해결책 탐색’의 과정이다. 학생들에게 생활 주변에서 경험한 불편한 사례를 찾아보게 하고 그것을 해결하는 방안, 또는 해결하는데 도움을 줄 수 있는 방안을 마련하는 과정을 탐구하도록 할 수 있다. 실제로 많은 학생들은 불편한 점을 개선하는 것이 탐구의 한 측면이라고 이해하고 있었는데, 탐구 문제를 발견하기 위해서 어떤 방법이 있을지 물어보았더니 “일상생활에서 항상 주의 깊게 모든 사물을 바라봐요. 뭐가 불편할까... 불편한 거를 계속 찾아서요. 불편한 것을 개선하는 실험이 조금 더 나중에 유익해지지 않을까? 하는 생각이 탐구 주제를 선정했어요”, “그냥 모든 행동 하나를 의식하면서 행동을 해야 해요. 아무 생각 없이 하면은 불편한 걸 찾아도 그냥 무의식 속에서 어쩔 수 없지라고 넘겨버리니까 항상 이렇게 하면서 어! 이거 불편한 거다 하면서 메모를 해 놓다거나 그거를 항상 뭐가 불편한지를 언제든지 자기가 깨달을 수 있게 다니는 게 중요할 거 같아요.”와 같이 응답하였는데, 이 학생들은 평소에 불편한 것들을 계속 주의 깊게 생각하는 생활 습관을 가져야 한다고 강조하고 있다.

셋째, 주제어, 탐구 문제의 연결을 고려한 탐색 활동이 탐구 문제 발견에 도움을 줄 수 있다. 학생들이 처음부터 완성된 형태의 탐구 문제를 발견할 수는 없다. 처음 제안한 탐구 문제를 계속된 탐색과 논의를 통한 정교화 과정을 거쳐 완성된 탐구 문제가 되는 것이다. 주제어 선정 과정도 마찬가지이다. 처음부터 마음에 드는 주제어를 발견하기 쉽지 않다. 이때 계속 검색하고 논의하는 과정에서 연관된 탐구 문제(또는 주제어)로 확장될 수 있다. 모둠 15의 경우, 처음에 환경이라는 큰 범주에서 시작을 떠올렸는데, 「시막화 현상은 나무를 심어서 해결될 수 있다는 생각 → 모래에서는 식물이 잘 자라지 않는다는 생각 → 모래를 흙으로 만드는 탐구를 수행하자는 생각」으로

사고의 연결 및 확장이 일어나 탐구 문제를 발견하게 된 것이다.

본 연구에서는 학생들이 탐구 문제를 발견하는 과정을 분석하였고 그 과정에서 나타나는 특징을 정리하였다. 이 결과는 탐구 문제 발견과 관련된 기초 자료로 활용될 수 있어 향후 학생들의 탐구 문제 발견 역량을 신장시킬 수 있는 프로그램 개발에 활용될 수 있기를 기대한다.

국문요약

본 연구의 목적은 고등학교 학생들의 소집단 자유 탐구 활동에서의 탐구 문제 발견 과정을 탐색하는 것이다. 이를 위하여 고등학교 2학년 학생 91명을 대상으로 자유 탐구를 수행하게 하였다. 한 학기(약 4개월) 동안 이루어진 탐구 과정 중 비교적 성공적으로 탐구를 수행한 15개 모둠, 48명의 학생들을 대상으로 모둠별 심층 면담을 실시하였다. 면담 결과를 바탕으로 학생들의 탐구 과정에서 나타난 탐구 문제 발견의 단계와 탐구 문제 발견을 위해 시도한 전략을 통해 탐구 문제 발견 과정의 특징을 분석하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 탐구 문제 발견 과정에서 주제어 선정, 문제점 제시, 의문점 제시, 탐구 문제 발견 등의 단계가 발견되었으며, 특히 탐구의 소재, 상황 등의 탐구 대상에 해당하는 주제어 선정 과정이 많이 발견되었다. 둘째, 학생들이 탐구 문제 발견 과정에서 사용한 전략으로는 정보 탐색, 선행 연구 탐색, 지식/경험의 공유, 지식/경험의 연결과 확장, 환경 인식, 전문가 자문, 적합성 논의, 정교화 등이 발견되었다. 셋째, 일상생활에서의 문제점을 발견하고 이를 해결하는 방안을 연구하는 형태의 탐구에서는 문제 발견 과정이 비교적 쉽게 이루어졌다. 넷째, 인터넷을 통한 선행 연구의 탐색은 주제어 선정 및 탐구 주제의 정교화 과정에서 유용하게 활용되었다. 다섯째, 학생들이 여러 개의 후보 탐구 주제 중 하나를 선택할 때 고려하는 주요 요인은 실행 가능성, 실생활 적용 가능성, 경제성 등이었다. 여섯째, 시사적인 상황이 탐구 주제 생성에 영향을 주었다. 이상의 내용을 바탕으로 학생들의 탐구 문제 발견을 도와 줄 수 있는 몇 가지 방안을 논의하였다.

주제어: 탐구, 소집단 자유 탐구, 탐구 과정, 탐구 문제 발견, 주제어

References

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Bell, R., Blair, L., Crawford, B., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? The impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 487-509.
- Chand, I. & Runco, M. A. (1993). Problem finding skills as components in the creative process. *Personality and Individual Differences*, 14(1), 155-162.
- Chen B., Hu, W., & Plucker, J. (2014). The Effect of Mood on Problem Finding in Scientific Creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 50(4), 308-322.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1975). From problem-solving to problem finding. In I. A. Taylor and J. W. Getzels (Eds.), *Perspectives*

- in Creativity (pp. 90-116). Chicago: Aldine.
- Dillon, J. T. (1982). Problem finding and solving. *Journal of Creative Behavior*, 16, 97-111.
- Han, Q., Hu, W., Liu, J., Jia, X. & Adey, P. (2013). The Influence of Peer Interaction on Students' Creative Problem-Finding Ability. *Creativity Research Journal*, 25(3), 248-258.
- Hodson, D. (1982). Is there a scientific method? *Education in Chemistry*, 19(4), 112-126.
- Hu, W., Shi, Q. Z., Han, Q., Wang, X. & Adey, P. (2010). Creative Scientific Problem Finding and Its Developmental Trend. *Creativity Research Journal*, 22(1), 46-52.
- Jeong, J. & Kim, H. (2013). An Analysis of the Science Inquiry Problem Finding Processes of Elementary Science Gifted and General Students. *The Journal of Educational Studies*, 44(1), 123-145.
- Jia, X., Hu, W., Cai, F., Wang, H., Li, J., Runco, M. & Chen, Y. (2017). The influence of teaching methods on creative problem finding. *Thinking Skills and Creativity*, 24, 86-94.
- Lee, B. (2013). Pre-service Science Teachers' Difficulties in the 'Inquiry Mentoring' Program. *Journal of Korea Association of Science Education*, 33(7), 1300-1311.
- Ministry of Education (2015). National science curriculum. No. 2015-74. Sejong: Ministry of Education.
- Park, J. (2005). Analysis of the Characteristics and Processes of the Generation of Scientific Inquiry Problems. *Sae Mulli*, 50(4), 203-211.
- Ryu, S. & Park, J. (2006). An Analysis of High School Students' Activity on Problem-finding in Ill-structured Scientific Problem Situation. *Journal of Korean Association for Science Education*, 26(6), 765-774.
- Ryu, S. & Park, J. (2007). The Relationships between the Ability of Students' Raising Creative Problems and Academic Achievement, Science Inquiry Skills and Creative Personality of High School Students. *Journal of Korean Association for Science Education*, 27(3), 263-271.
- Ryu, S. & Park, J. (2008). Analysis of the Scientific Inquiry Problem Generated by the Scientifically-Gifted in Ill and Well Inquiry Situation. *Journal of Korean Association for Science Education*, 28(8), 860-869.
- Ryu, S. & Park, J. (2009). Analysis of the Scientific Problem-Finding Activity of the Scientifically-Gifted. *Secondary Education Research*, 57(2), 59-83.
- Son, J., Lee, B., Jho, H., Choi, J. & Sim, K. (2018). Analysis of organization of physics curriculum in science core schools. *New Physics: Sae Mulli*, 68(12), 1347-1355.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (1994). Creative problem solving: an overview. In M.A. Runco(Ed.), *Problem finding, Problem Solving, and Creativity*(pp.223-236). Norwood, NJ: Ablex.
- Wakefield, J. F. (1985). Toward creativity: Problem finding in a divergent-thinking exercise. *Child Study Journal*, 15, 265-270.
- Wellington, J. J. (1998). Practical work in science: time for a reappraisal. In J. J. Wellington(Ed.), *Practical work in school science* (pp. 3-15). NY: Routledge.

저자 정보

천명기(단국대학교 학생)

이봉우(단국대학교 교수)