초등학교 자기장 수업에서 한 교사가 경험한 딜레마에 관한 고찰

송현종 · 이종봉† · 이경호†
(서울당곡초등학교) · (서울대학교)†

Reflection on an Elementary Teacher's Dilemma in Teaching Magnetic Field

Song, Hyunjong · Lee† , Jongbong · Lee† ,Gyoungho
(Seoul Danggok Elementary School) · (Seoul National University)†

ABSTRACT

This study described a teacher's dilemma case caused by students' questions and an endeavor to resolve the dilemma. The teacher was faced with the dilemma of whether or not to give answers to the students' questions: Students' meaningful questions should be dealt in class. However, immediate answers for the questions would be difficult for the students to understand. In addition, offering text-based immediate answers would be criticized by a perspective on meaningful science education. Not only ignoring questions but also offering text-based answers could be the reason for a rupture between student and nature. And this made the teacher's dilemma. In this study, We try to address this dilemma and discuss why students should learn text with experience of nature in science class.

Key words : question, students' question, dilemma, experience of nature

I. 서 론

국제교육성취도평가협회(IEA)의 초등학교 4학년과 중학교 2학년을 대상으로 실시한 국제비교연구(Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2011)에서 우리나라 학생들은 과학과목 성취도 면에서 매우 높은 순위를 차지하였다(Martin 등, 2012). 게다가 2007년도 결과와 비교하여 높은 성적을 얻은 학생의 비율은 높아졌고, 기초 수준 미달 학생의 비율은 낮아졌다. 성취도 면의 연구 결과만을 보았을 때, 우리나라의 과학 교육은 훌륭하게 소임을 다 하고 있는 것처럼 보인다. 그러나 학생들의 정의적 태도에 관한 국제비교연구의 결과는 우리나라 과학 교육의 다른 측면에는 심각한 문제가 내재해 있음을 보여준다. 연구 결과에서 우리나라 학생들은 과학과목에 대한 흥미, 자신감, 가치인식의 측면에서 매우 낮은 순위를 기록하였다. 많은 학생들에게 과학은 배워야 하기 때문에 열심히 배울 뿐, 왜 배워야 하는지에 대해서는 의문을 갖게 하는 과목으로 간주되고 있는 것으로 보인다. 최근 국제비교연구의 결과는 우리나라 과학 교육의 문제가 무엇인지를 고민하게 한다. 본 연구에서는 우리나라 과학 교육의 근원적인 문제를 파악하고, 이를 해결하기 위한 노력의 일환으로써 학교 현장에서 발생한 교사의 딜레마 문제를 다루고자 한다. 현장에서 발생한 문제의 파악과 이에 대한 논의는 현 과학 교육의 근원적인 문제를 해결하는데 필요한 하나의 의미 있는 연구가 될 것이라고 본다.

교실은 교사와 학생들이 역동적으로 상호작용하는 공간이다. 교사들은 각자의 교육적 신념을 갖고 최선의 노력을 다하여 교수 활동에 임한다. 교사의 교육적 신념은 교사가 교원 양성 기관을 이수하고,

2013.2.8(접수), 2013.2.22(1심통과), 2013.2.26(최종통과)
E-mail: ghlee@snu.ac.kr(이경호)

현장에서 교사로서 경험이 쌓여가는 가운데 형성된 것이다(Kagan, 1992). 그런데 교사들은 자신의 교육적 신념을 바탕으로 현장에서 가르침을 수행하는 과정에서 때때로 학생들이 경험하는 배움의 현실과 조화를 이루지 못하여 문제에 봉착하기도 한다. 이러한 문제의 한 종류가 본 연구에서 논하고자 하는 딜레마이다. 딜레마란 일반적으로 두 가지 선택지가 있으나, 어느 쪽을 택하여도 바람직하지 못한 결과가 나오게 되는 곤란한 상황을 일컫는 말이다(Berube, 1982). 딜레마는 갈등을 유발하므로 일반적으로 딜레마 자체가 부정적인 것으로 인식되는 경우가 많다. 그러나 딜레마는 이전부터 있어 왔던 문제가 표면화 된 것일 뿐, 없던 문제가 새로이 생겨난 것이 아니므로, 딜레마의 발생은 부정적인 것이 아니라 문제 해결의 시발점으로 보아야 한다.

딜레마 사례는 각기 다른 교사 개개인이 경험한 특수한 사례로 비춰질 수 있다. 그러나 학교 교육 및 교원 양성 기관에서 유사한 교육 과정을 이수하고, 유사한 교수 환경 속에서 가르침을 수행하는 교사들이 겪는 딜레마는 여러 가지 면에서 공통점을 갖고 있다. 따라서 한 교사의 딜레마 사례는 다른 교사들에게도 시사하는 바가 크다고 할 수 있다. 예를 들어, Wallace와 Louden(2002)은 과학 교사들이 직접 작성한 16가지 딜레마 사례와 이에 대한 저명한 과학 교육 전문가들의 논평을 엮은 책에서 자신들이 수집한 딜레마 사례와 논평이 유사한 딜레마를 겪을 수 있는 다른 교사들에게 수업 반성의 기회를 제공하고, 실천적인 해답을 내리는데 도움을 줄 것이라고 하였다. 윤혜경(2008)은 초등 교사들이 실험 실습 교육에서 느끼는 딜레마 사례를 조사하고 유형화함으로써, 교사들이 경험하는 딜레마들 사이에 공통점이 있음을 확인하였다. 또한 윤혜경(2005)은 딜레마란 과학 교육의 현실을 가장 잘 드러내는 단초이므로, 딜레마 일화를 활용한 교사 교육의 필요성을 주장하였다.

Volkmann과 Anderson(1998)은 딜레마는 갈등을 유발하므로 지속적으로 노출되어 있기 어렵지만, 이를 견디고 해결 방안을 모색하는 일은 필요하다고 하였다. 이와 같이 교사 딜레마 연구의 중요성에 대한 인식이 확산되면서 국내외에서는 딜레마를 주제로 한 다양한 연구가 진행되어 오고 있다. 그럼에도 불구하고 기존의 연구에서는 딜레마를 해결하기 어려운 문제로 전제하고, 사례를 기술하거나 다양한 논의의 과정에 집중하였고, 한 가지 딜레마 사례에 대하여 심층적인 분석과 해결을 위한 구체적인 방안을 탐색하는 연구는 아직까지 미흡한 실정으로 보인다(이종봉과 이경호, 2012). 더불어 기존의 연구에서는 교수 과정에서 딜레마를 경험한 당사자와 그 해결을 제안하는 주체가 서로 달라, 제시된 해결책을 통하여 실제 딜레마를 해결할 수 있는지를 판단하는 데에는 한계가 있었다. 본 연구에서는 사례 교사(제1저자)가 초등 과학수업에서 경험한 딜레마 사례에 대한 반성적 논의를 통하여 딜레마를 이해하고, 그 해결 방안을 모색하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

천호성(2007)은 수업 연구가 교사와 학생의 상호작용이 이루어지는 수업 현장 그 자체를 기반으로 하지 않는다면 연구가 현장 교사들에게 공감되기 어려울 뿐만 아니라, 연구 성과를 현장에 활용하거나 접목시키는 데에도 제한이 따를 수 있음을 지적하였다. 더불어 이러한 연구와 현장의 괴리를 극복하기 위해서는 교사 본인이 수업 및 교육 활동과 관련한 자신의 행위를 반성적으로 성찰하고, 이를 변화시켜 더 나은 교육을 시도하는 것에 관한 연구도 필요하다고 주장하였다. 본 연구에서는 초등학교 6학년 담임교사로 재직 중인 사례 교사(제1저자)가 본인의 수업 상황에서 겪은 문제 사례를 구체적으로 기술하고, 이에 대한 논의를 전개하였다.

사례 교사는 초등학교에 재직 중인 경력 3년차의 초임기 교사이다. 사례 교사는 교육대학교에서 과학 교육을 전공하였고, 현재 사범대학교에서 물리교육 석사과정을 이수 중에 있다. 사례 교사는 학부 시절부터 과학 교육에 관심이 많아 3년간 과학 교육 소모임에서 활동하였고, 일본 교환 학생 시절에는 현지에서 1년간 과학 실험 교육 자원 봉사를 하였다. 교사로 재직 중에는 학생들과 함께 과학 축전에 출전하였고, 여러 종류의 과학과 실험 연수를 이수한 경험이 풍부하였다.

2. 자료 수집 및 분석

본 연구는 사례 연구 방식을 채택하였다. 사례 연구는 한 가지 사례를 통하여 얻은 연구 결과가

제한된 사례뿐만 아니라, 그와 유사한 다른 사례에도 적용될 수 있다는 가정에서 출발한다(조영미와 오필석, 2011). 본 연구는 연구로부터 얻은 결과가 비슷한 상황에 있는 교사들에게 그들의 상황을 이해하고 문제를 해결하는데 필요한 기초적인 자료가 될 것이라는 기대로부터 비롯되었다. 연구에 필요한 사례를 수집하기 위하여 사례 교사는 자신의 과학수업을 녹화하였고, 학생들과의 집단 면담 내용을 녹음하였다. 여러 수업과 면담 자료들을 과학교육을 전공한 전문가(제2, 3저자)와 함께 공동으로 분석하였고, 이 중에서 사례 교사가 좀 더 알아보고 싶어 하는 한 수업을 선정하여 집중적으로 분석하고 논의하였다. 논의 과정에서 학생들로부터 추가적인 자료가 필요한 경우, 전화 통화의 형식으로 개별 면담을 실시하였다. 집단 면담과 개별 면담 모두 반 구조화된 형태로 진행되었으며, 면담 내용은 전사하여 연구 자료로 활용하였다. 수업 및 면담 과정은 표 1과 같이 진행되었다.

집단 면담은 학급 수시 평가의 과학 과목 성적을 기준으로 상위권 2명(학생1, 학생2), 중위권 2명(학생3, 학생4), 하위권 2명(학생5, 학생6)의 학생을 표집하여 수업 당일 실시하였다. Joppe(2000)는 질적 연구의 타당도란 연구 과정과 결과의 진정성에 따라 결정된다고 하였다. 그리고 연구의 타당도를 높이기 위해서는 외부에서 연구를 바라볼 수 있는 관찰자가 필요하다고 하였다. 본 연구에서는 연구의 타당도를 확보하기 위해서 면담 과정에서 드러난 학생들의 생각을 사례 교사(제1저자) 개인의 해석에만 의존하지 않고, 제 2, 3저자와 수시로 논의하면서 해석을 발전시켜 나갔다. 구체적인 논의 사례의 한 예는 다음과 같다.

제1저자: 집단 면담 과정에서 학생3은 본인이 적은 자기장이라는 단어가 무슨 말인지 잘 모르겠다고 하며, 자기장에 대한 자세한 설명을 필요로 하였다. 학생1은 왜 전류가 자기장을 만드는지 궁금해 하였고, 본인이 궁금한 내용이 교과서에 제시되어 있지 않는 것에 대하여 불만을 가졌다.

제3저자: 학생1의 질문이 질문에 대한 설명을 이해하는데 배경지식이 필요한 질문인지, 자기장 현상과 현상을 기술한 명제 사이의 이해, 해석에 관한 질문인지 알아보아야 한다.

제2저자: 학생3의 질문 또한 높은 차원의 지식을 알려달라는 요구인지 자기장에 대한 근본적이고 철학적인 질문인지 확인이 필요하다.

제1저자: 개별 면담 결과, 학생1은 전류가 자기장을 만들어 나침반 바늘을 움직이게 하는 메커니즘을 알고 싶어 하였다. 그리고 학생3은 전 시간부터 비슷한 실험과 같은 말만 반복하는 수업이 불만이라고 하며, 좀 더 자세한 내용을 배우고 싶다고 하였다. 따라서 두 학생 모두 학생수준에서 이해하기 어려운 설명으로 답을 해야 하는 질문인 것 같다.

수집된 사례는 제2, 3저자와의 논의를 통하여 사례 교사가 생각하는 문제를 구조화시키는 작업을 거쳤다. 사례 교사는 즉답할 수 없는 학생들의 질문을 어떻게 다루어야 할지 고민하였고, 질문을 다루는 방법으로써 답의 제공 여부를 놓고 딜레마 상황에 놓이게 되었다. 사례 교사는 본인이 겪는 딜레마 상황을 일화 형식으로 작성하였는데, 그의 일화에는 수업 및 면담 과정, 그리고 본인의 생각 등이 포함되었다.

III. 연구 결과

1. 딜레마 발생 구조

딜레마 사례가 공감을 얻기 위해서는 딜레마를 경험한 당사자의 고민과 갈등이 분명하게 전달되

표 1. 수업 및 면담 과정

분류	내용	일시
수업	6-1 5단원 4차시 수업 촬영 (수업주제: 고리모양의 도선이 만드는 자기장 알아보기)	2012.7.13
면담	6명의 학생(학생1, 학생2, 학생3, 학생4, 학생5, 학생6)과 집단 면담	2012.7.13
면담	6명의 학생(학생1, 학생2, 학생3, 학생4, 학생5, 학생6)과 개별 면담	2012.7.16
면담	2명의 학생(학생1, 학생3)과 개별 면담	2012.7.24
면담	1명의 학생(학생1)과 개별 면담	2012.7.25

어야 한다. 이와 같은 목적을 이루는 한 가지 방법으로써 사례 기술은 널리 사용되고 있는 방법이며, 특히 일화 형식의 사례 기술 방법이 많이 사용된다(윤혜경, 2008; Volkmann과 Anderson, 1998; Wallace와 Louden, 2002). 다음은 본 연구의 사례 교사가 기술한 딜레마 일화의 내용이다.

1) 한 교사의 딜레마 사례

나는 학생들이 전 시간에 배웠던 '자기장'과 '직선 도선 주위의 자기장' 관련 실험에 대한 기억을 떠올리게 하는 것으로 수업을 시작하였다. 학생들은 자석 주위에 자기장이 있고, 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 자기장이 생김을 알고 있었다. 나는 학생들에게 이번 시간에는 고리 모양의 도선 주위에 자기장이 생기는 지 확인해 보자고 하였다. 학생들에게 교과서의 사진(그림 1 참조)과 같이 고리모양의 도선이 있는 회로를 만들게 하고, 나침반을 놓아 나침반 바늘의 변화를 관찰하게 하였다.

그 다음 고리모양의 도선 주위에는 무엇이 있다고 생각하는지 '실험관찰' 교과서에 적어 보게 하였다(그림 2 참조).

나는 학생들이 전 시간에 배운 내용을 떠올릴 수 있다면, 쉽게 '자기장이 있다'라고 적을 수 있을 것이라고 예상하였다. 하지만 예상과는 달리 많은 학생들은 아무것도 적지 않고 있었다. 답을 적기 위하여 필요한 것들을 제공받은 학생들이 답을 적지 못하는 이유를 알아보기 위하여 수업 후 6명의 학생들과 면담을 실시하였다.

교사: '실험관찰' 교과서에 선생님이 말해 주기 전에 본인의 생각을 적었나요?
학생1: 네.
학생2, 학생3, 학생4, 학생5, 학생6: 아니요.

교사 : 생각을 적을 때, 어려움이 있었나요?
학생1: 아니요. 어렵지 않았어요. 전류가 자기장을 만든다는 걸 전 시간부터 배웠으니까요.
학생2, 학생3, 학생4: 저희는 적지 않았지만 무엇을 적어야 할지는 알고 있었어요.

교사: (학생2, 학생3, 학생4에게) 무엇을 적어야 할 지 알고 있으면서 왜 적지 않았나요?
학생2: 내가 적어야 할 것에 대해 잘 모른다고 생각해서요. 배워야 할 것에서 무언가 중요한 걸 빼먹고 답만 적는 것 같은 느낌이 들었어요.

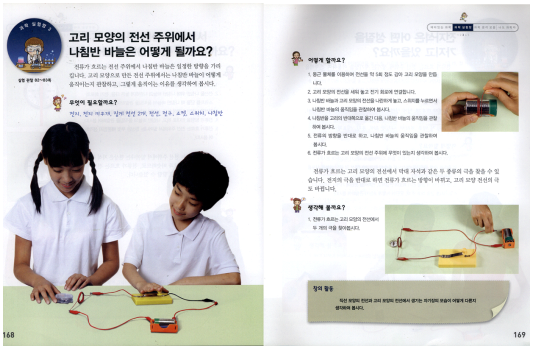

그림 1. 6학년 1학기 '과학' 교과서 P. 168~169

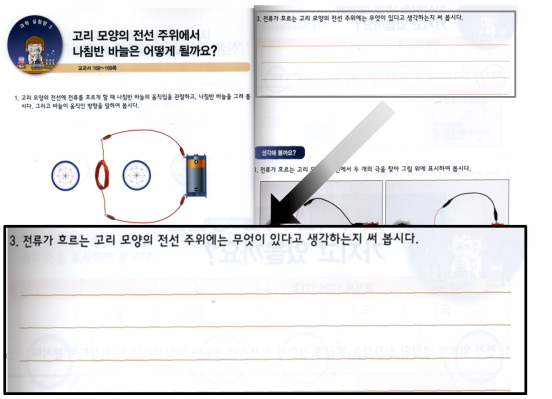

그림 2. 6학년 1학기 '실험관찰' 교과서 P. 82~83

학생3: 선생님이 여러 번 강조했기 때문에 '전류 주위에는 자기장이 있다'라는 것은 알지만, 그게 무슨 뜻인지는 잘 몰라서요. 똑같은 말만 계속 반복하지 말고, 그게 무슨 뜻인지 설명을 듣고 싶어요.
학생4: 답은 뻔하지만 적어야 할 답에 대해 잘 모르고 있다는 느낌 때문에요. 좀 더 깊게 내가 배우고 있는 것에 대해서 알았으면 좋겠어요.

위의 세 학생들이 답을 적기 주저하였던 이유는 무엇을 적어야 할지 몰라서가 아니라, 잘 알지 못한다고 생각하는 것을 적어야 하였기 때문이었다.

교사: 그렇다면 여러분이 알고 싶은 것은 무엇인가요?
학생3: 자기장이란 무엇인지에 대한 자세한 설명이 필요해요.
학생1: 저는 답을 적었지만 왜 전류가 자기장을 만드는지에 대해서 궁금했어요.

학생들은 '자기장'이라는 용어와 '전류 주위에는 자기장이 있다'라는 명제의 의미에 대하여 자세히

알고 싶어 하였다. 나는 학생들이 용어와 명제를 그냥 받아들이는 것에 만족하지 않고, 그 의미를 궁금해 할 것이라고는 미처 생각하지 못하였었다. 나는 교사로서 학생들이 궁금해 하는 것을 질문하면 답을 해 주어야 한다고 생각하여 답을 위한 자료를 찾아보았다. 그런데 조사한 자료에는 또 다른 낯선 용어와 명제들이 많아, 이러한 것들에 대한 사전 지식 없이는 학생들이 답을 이해할 수 없을 것 같았다.

학생들의 질문에 대한 답은 자기장의 깊은 이해에 관한 것으로 현재 학생들의 수준을 넘어서는 것으로 보였다. 하지만 나는 학생들의 질문은 어떻게 하든 다뤄야 할 필요가 있다고 생각하였다. 학생들의 질문은 과학사적으로 볼 때, 외르스테드의 실험과 유사한 실험으로부터 '전류 주위에는 자기장이 있다'라는 명제를 도입하는 과정에서 발생한 것이다. 과거 과학자들은 외르스테드의 실험으로부터 전기와 자기 현상에 의문을 가졌으며, 이는 전자기학 분야를 여는 계기가 되었다. 나는 학생들 또한 자연에 대한 질문을 통하여 과학의 세계로 빠져들 수 있을 것이라고 생각하였다. 하지만 학생들은 과학자와 같이 스스로 의문을 해결하기에는 아직 부족한 점이 많으므로 어떻게든 교사가 답을 해 주어야만 한다고 생각하였다. 그런데 제공한 답을 학생들이 이해할 수 없다면, 답을 제공하는 것이 학생들의 혼란만을 가중시킬 뿐이므로 이를 의미 있다고 볼 수는 없었다. 그렇다면 학생들이 질문을 제기하였고, 질문에 대한 답이 학생들이 이해하기 어려운 수준의 것일 때 그들의 질문은 어떻게 다뤄져야 할까? 어떻게든 질문에 답을 해주어야 할까? 아니면 질문을 무시할 수밖에 없을까? 둘 중 어떠한 것도 좋은 선택은 아닌 것 같아 보인다.

2. 딜레마 원인 분석

본 연구의 사례에서 학생들의 질문은 자연현상을 관찰한 후 관찰한 것과 관련한 명제를 도입하는 과정에서 발생하였다. 사례 교사는 학생들이 전 시간에 배운 내용을 떠올리는 과정에서 '전류 주위에는 자기장이 있다'라는 명제를 알고 있음을 확인하였기 때문에, 이전과 유사한 실험 결과로부터 동일한 명제를 사용하는데 어려움을 겪지 않을 것으로 생각하였다. 면담에서도 '학생2, 학생3, 학생4'는 무엇을 적어야 할지 알고 있었다고 하였으며, 본인의 생각을 적지 않았던 이유는 무엇을 적어야 할지 몰라서가 아니라, 적어야 할 명제와 명제에 포함된 용어의 의미를 잘 모르기 때문이라고 답하였다. 이러한 학생들의 생각은 면담 과정에서 학생들의 관련 용어 및 명제의 의미에 대한 질문으로 이어졌다.

학생들의 질문에 대한 기존의 연구는 과학수업에서 발생하는 학생들의 질문이 사례와 같이 단순하게 배운 내용을 확인하는 차원 이상일 수 있음을 보여준다. 정영란과 배재희(2002)는 중학생을 대상으로 한 식물의 구조와 기능에 관한 수업에서 학생들에게 질문을 독려하였더니 탐구적 질문, 실험 조사를 통해서만 알 수 있는 질문의 양이 대폭 증가함을 보고하였다. Ferguson-Hessler와 Jong(1990)은 대학교에서 전자기 수업을 수강하는 학생들이 실험 후 교재를 학습하는 과정을 살펴보았는데, 성적이 우수한 학생들은 교재에서 주어진 정보의 깊은 이해를 요구하는 태도를 보였다고 하였다. Chin과 Brown(2002)은 학생들의 질문을 학습 주제에 대하여 익숙하지 않을 때 학습 내용과 절차를 확인하기 위한 질문인 'basic information question'과 친숙해진 주제에 대하여 더 깊은 이해를 원할 때 나타나는 질문인 'wonderment question'으로 분류하였다. 본 사례와 기존 연구에서 학생들의 질문은 해당 수업 주제에 대한 깊은 이해를 요구하는 질문으로 보이므로 'wonderment question'으로 분류할 수 있을 것이다.

과학수업에서 이러한 종류의 질문들은 질문을 제기한 학생들의 수준을 고려하였을 때, 텍스트 형태의 답을 제공하는 것으로는 해결되기 어려운 점이 있다. 학생들이 텍스트 형태의 답을 이해하기 위해서는 답에 포함된 용어와 명제에 대한 이해가 선행되어야 한다. 그런데 과학에서 사용되는 용어와 명제는 특정 자연현상과 결부되어 있다. 따라서 용어와 명제를 이해하는 주체가 관련 자연경험을 하지 않고는 이들을 온전하게 이해하기 어렵다.

그러므로 딜레마 상황에 대한 한 가지 선택인 텍스트 형태의 답을 제공하는 것은 질문을 다루는 효과적인 방법이 되기 어렵다. 사례 교사 또한 이러한 선택이 학생들의 혼란을 가중할 수 있으므로 적절하지 못함을 알고 있었다. 따라서 사례 교사는 학생들의 질문을 가치 있다고 생각하였지만, 이를 다루는 새로운 해법을 찾지 못함으로써 무시할 수밖에 없는 상황에 이르게 되었다. 그런데 질문의

무시라는 사례 교사의 선택 또한 문제의 소지가 있을 수 있다. 사례의 학생들은 면담 과정에서 그들이 궁금해 하는 것을 다루지 않는 기존 수업에 대한 불만을 이야기하였다. 사례의 학생들이 이러한 불만을 갖고 있음에도, 그들의 질문을 다루지 않는다면 학생들에게 있어 교육 과정 상에서 다루어지는 내용들은 그들이 궁금해 하는 것과는 거리가 있는 것으로 생각하게 될 수 있다.

그러나 사례의 학생들이 궁금해 하는 것들은 상위 교육 과정 상에서 그들이 배우게 될 내용들과 관련이 있다. 중학교 과학에서는 전자기 관련 현상에 대하여 보다 미시적인 관점에서 다루고 있으며, 고등학교 과학에서는 전기와 자기 관련 실생활 소재를, 고등학교 물리Ⅰ,Ⅱ에서는 전자기 관련 현상에 대하여 미시적인 관점에서부터 거시적 관점에 이르기까지 포괄적으로 자세하게 다루고 있다. 따라서 이러한 내용들은 학생들의 자기장 관련 질문과 직접적인 연관성이 있다고 볼 수 있다.

그럼에도 불구하고 현재 학생들의 질문이 이들 내용의 학습과 직접 연결되지 않는다면 학생들에게 있어 앞으로의 수업은 질문과 관련된 내용을 배우는 과정임에도, 그들의 질문을 해결하기 위한 과정으로 인식되지는 못할 것으로 보인다. 한편으로, 학생들에게 상위 교육 과정의 관련 내용을 간략하게 소개하여 주는 것이 딜레마의 해결책이 될 수 있을지에 대해서도 현재 학생들의 수준을 고려하였을 때 의문점이 있다.

이와 같은 딜레마를 해결하기 위해서는 학생들의 질문이 어디로부터 발생하였는지 살펴볼 필요가 있다. 사례에서 '학생1, 학생2, 학생3, 학생4'는 전류 주위에 자기장이 있다는 것을 알고 있었다. 그런데 그들이 알고 있는 것이 텍스트로 표현된 용어와 명제뿐이라고 볼 수는 없다. 왜냐하면 이전 시간부터 실험을 통하여 관련 자연현상을 확인하였고, 이를 바탕으로 용어와 명제를 배웠기 때문이다. 과학 교육에서 언어를 이해하는 것은 단순하게 용어의 정의를 아는 것을 의미하지 않는다(Eger, 1992). 학생들이 알고 있는 것은 용어와 명제 이상으로 경험된 자연을 포괄하며, 학생들의 질문 또한 텍스트로 표현된 것보다 더 깊은 곳으로부터 발생한 것으로 볼 수 있다.

그런데 사례 교사는 학생들의 질문을 다루기 위한 과정에 있어서는 질문 이전의 수업과는 다르게 학생들의 자연경험을 고려하지 않고 텍스트 형태의 답만을 제공하려 하였다. 학생들이 답을 이해하기 위해서는 그들에게 낯선 용어와 명제에 대한 이해가 선행되어야 하며, 과학에서 이러한 용어와 명제들은 또 다른 용어와 명제만으로는 설명되기 어렵다. 그럼에도 불구하고 사례 교사는 학생들의 질문을 텍스트 형태의 답을 제공하여 해결하고자 하였고, 학생들이 답을 이해하기 어렵다는 것을 알게 되었을 때 딜레마 상황에 놓이게 되었다.

이처럼 텍스트 형태의 답을 제공하는 것만으로는 학생들의 질문을 온전하게 다룰 수 없다고 본다. 학생들의 질문이 적절하게 다루어지기 위해서는 용어 및 명제와 더불어 이와 관련된 자연경험의 기회를 함께 제공하여야 한다. 이러한 생각은 과학과 교육 과정(교육인적자원부, 2007)에서 과학이란 자연현상을 이해하는 학문으로 학생들은 자연경험으로부터 과학을 이해하여야 한다는 과학과의 목적에서도 나타나 있는 것이다.

따라서 학생들의 질문을 다루기 위한 과정에서 학생들의 자연경험을 고려하지 않았던 사례 교사의 생각은 딜레마를 경험하게 되는 주요한 원인으로 보인다. 과학수업은 자연경험이 그 근본 토대가 되어야 하며, 이를 간과한 수업은 성공적인 수업이 되기 어렵다. 학생들의 자연경험을 간과한 과학수업은 학생들의 표면화되지 않은 부분에서 문제가 될 수 있다. Schur와 Galili(2009)는 과학적 개념 테스트에서 높은 성적을 받은 학생들조차 그들이 알고 있는 것을 다른 상황에 적용하여 보게 하였을 때는, 답을 맞히지 못하는 경우가 많았다고 하였다. 즉, 과학적 개념을 갖고 있다고 생각되는 학생들도 실제로는 제한된 범위의 현상에 대해서만 그들이 알고 있는 것을 적용할 수 있었다. 이는 자연현상을 토대로 용어나 명제를 배웠지만 학습의 초점이 특정 용어나 명제만으로 제한되어 있어, 학습된 용어와 명제가 관련 자연경험과 온전하게 연결되지 못하였기 때문에 나타난 결과로 볼 수 있다.

본 사례의 수업에서도 학생들은 전류 주위에 자기장이 발생하는 현상을 경험하였지만, 그 자체로 학생들이 충분히 관련 자연현상을 경험하였다고 볼 수는 없다. 학생들은 교사가 제공한 실험환경에서 정해진 절차에 따라서 관련 자연현상을 확인하였을 뿐, 학생 본인이 직접 관련 자연현상을 경험할 기회는 거의 갖지 못하였기 때문이다. 학생들의

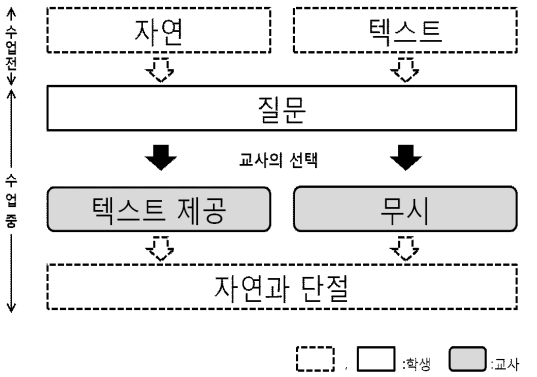

그림 3. 딜레마 구조: 학생의 질문에 대한 교사의 선택과 그 결과

질문이 관련 자연현상에 대한 지속적인 경험을 바탕으로 하는 학습으로 이어진다면, 이는 학생들에게 기존의 제한된 지식과 자연현상에 대한 부족했던 경험을 극복하고, 자기장에 대한 한층 발전된 이해를 가져올 수 있는 기회가 될 수 있을 것이다. 그러나 그림 3과 같이 학생들의 질문을 무시하거나 텍스트 형태의 답만을 제공하는 것으로는 딜레마가 해결되기 어려울 뿐만 아니라, 학생들에게 있어 기존에 알고 있던 것들을 관련 자연현상과 온전하게 연결할 수 있는 학습의 기회가 되기도 어려울 것이다. 이처럼 학생 수준에서 텍스트 형태의 답을 통하여 해결되기 어려운 질문에 대하여 사례 교사와 같이 경험이 부족한 초임기의 교사는 학생들의 자연경험을 간과한 채, 답의 제공 여부를 두고 고민하며 딜레마를 해결하지 못할 가능성이 높다고 볼 수 있다. 과학과 교육 과정(교육인적자원부, 2007)에서는 학생들이 탐구과정에서 발생하는 부가적인 의문을 탐구할 수 있도록 하고 있지만, 이를 수업에서 어떻게 실현하여야 하는지에 대한 설명은 충분치 않다. 교사용 지도서(교육과학기술부, 2011)에는 '단원 배경 지식'에서 학생들의 질문에 대한 답과 관련되는 설명이 수록되어 있지만, 이는 교사들이 단원 지도 과정에 필요한 사전 지식을 갖추도록 하기 위하여 제작된 교사용 자료로 이를 학생들에게 직접 제공하기는 어려운 것으로 보인다. 따라서 경험이 부족한 초임기의 교사가 이와 같은 딜레마를 해결하기 위해서는 즉답하기 어려운 학생들의 질문을 어떻게 다루어야 하는지에 대하여 자연경험의 제공을 근본으로 하는 구체적인 방안이 모색되어야 한다고 본다.

IV. 요약 및 논의

본 연구에서는 학생들의 질문으로부터 발생하게 된 한 교사의 딜레마를 분석하고, 그 해결 방안을 모색하고 있다.

사례 교사는 학생들이 쉽게 적을 수 있을 것이라고 예상한 '실험관찰' 교과서의 빈 칸에 아무것도 적지 않고 있는 문제 상황으로부터 학생과의 면담을 통하여 그들이 어떠한 궁금증을 갖고 있음을 알게 되었다. 그는 학생들의 질문은 의미 있는 것이고, 질문에는 답을 제공하여야 한다고 생각하였다. 그러나 답은 학생들에게 낯선 용어와 명제들이 많아 학생들이 이해하기에 어려워 보였고, 이러한 상황은 답의 제공 여부를 두고 사례 교사를 딜레마에 빠지게 만들었다.

학생들의 질문은 학생들에게 유의미한 수업을 위해서 무시하여서는 안 된다고 본다. 학생들은 그들의 질문이 다루어지는 수업에 흥미와 호기심을 갖고 적극적인 자세로 임하며(Keys, 1998), 이러한 수업을 보다 가치 있게 여긴다(Zoller, 1987). 이러한 학생들의 질문이 의미 있게 다루어지기 위해서는 텍스트 형태의 답만을 제공하는 것으로는 적절하지 않으며, 자연을 직접 경험할 수 있는 기회를 함께 제공하여야 한다.

사례 교사는 학생들의 질문의 가치에 대한 언급에서 과학자들의 의문을 예로 들며, 과학자들의 의문은 과학의 발전을 가능하게 한 긍정적인 것이었으므로, 학생들의 질문 또한 가치 있게 다루어져야 한다고 생각하였다. 다만 과학자들과 달리 학생들은 그들이 궁금해 하는 것을 스스로 해결하기 어려우므로 텍스트 형태의 답을 제공하고자 하였다. 학생과 과학자는 지적 능력과 관련 지식 등에서 차이가 있다(Nussbaum & Novick, 1982). 따라서 학생을 과학자처럼 탐구할 수 있도록 하여야 한다는 교사용 지도서(교육과학기술부, 2011)를 근거로 학생 스스로 자연경험을 통하여 질문을 해결하게 하는 것은 학생 수준을 고려하였을 때 사례 속 딜레마의 해결책이 되기는 어려워 보인다. 그럼에도 불구하고 기존에 모르던 것을 알아내기 위한 과학자들의 연구는 학생들에게 모르는 것이 있을 때, 이를 어떻게 다뤄야 하는지에 대하여 의미 있는 시사점을 줄 수 있다고 본다.

Eger(1997)는 태양의 내부 구조를 밝혀내기 위한

과학자들의 연구과정을 살펴보았다. 태양의 내부 구조는 태양 중심부의 핵반응으로부터 방출되는 중성미자를 검출하여 확인할 수 있다고 생각되었다. 그런데 관측도구에 의하여 검출되는 중성미자의 수가 예상 수치에 비하여 낮았다. 기존에 잘 알려져 있다고 생각되었던 중성미자는 연구과정에서 핵심으로 부각되었다. 과학자들은 중성미자를 정밀하게 검출할 수 있는 도구와 중성미자에 관한 큰 규모의 실험을 필요로 하게 되었고, 이로부터 나오는 측정치를 설명할 수 있는 이론을 만들어야 하였다. 일련의 과정은 처음에는 예상하지 못하였던 것이었다. Eger는 과학자들의 연구가 명확한 지향점은 있지만, 그 과정은 지속적인 전진의 과정이 아니라 후퇴와 전진을 반복하는 순환적인 과정이라고 설명하였다. 과학자들은 연구를 통하여 단번에 그들이 알고 싶어 하는 것을 알지 못하고, 새롭게 모르는 것을 깨닫게 될 때도 있다. Eger는 이를 연구의 퇴보나 실패가 아니라, 현상에 대하여 더욱 풍부하고 명확한 측면들을 알게 되는 의미 있는 과정이라고 보았다.

학생들이 궁금해 하는 것은 과학자들이 연구하는 것과는 다르게 새로운 영역이 아닌 많이 알려져 있는 영역일 수 있다. 그러나 학생들의 관점에서 본다면 그들이 궁금해 하는 것은 모두 미지의 영역이다. 학생들의 질문은 이러한 미지의 영역을 향한 지적 갈구의 표출로, 사례 교사의 표현대로 과학의 세계에 문을 두드리는 의미 있는 행동이라고 볼 수 있다. 그런데 자연의 세계는 단번에 파악될 수 없는 광활한 영역이고, 용어와 명제 몇 개로 알 수 있는 성질의 것은 아니라고 본다. 그러나 부분적으로 깊이 있는 학습이 불가능한 것은 아니다. 예를 들어 본 사례의 경우 자석이나 전류와 같은 주제는 학생들의 질문을 해결하는데 필요한 것들이면서도 상대적으로 학생 수준에서 이해하기 어렵지 않은 것들이다. 학생들의 질문에 대한 논의는 이들 주제에 대한 학습에서 시작될 수 있다. 학생들의 질문에 대하여 교사가 학생들에게 자석이나 전류에 대하여 무엇을 아는지 되묻는다면 학생들은 그들이 자석이나 전류를 잘 알고 있지 못하고 있음을 깨닫게 될 것이다. 이는 과학자들이 연구과정에서 잘 알고 있다고 생각되었던 것이 실제로는 잘 몰랐던 것이었음을 깨닫는 것과 유사하다. 단지 모르는 것을 깨닫는데 교사의 개입이 필요한 점이 학생의 학습과 과학자의 활동 사이의 차이라고 볼 수 있다.

본 연구의 사례에서 수업의 주제는 학생들의 질문으로부터 나온 것이므로 자연스럽게 여러 학생들의 관심을 끌 것으로 보인다. 이는 여러 학생들이 적극적으로 수업에 참여하고, 함께 만들어가는 수업이 가능할 수 있음을 의미한다. 이때의 수업은 학생들의 지적 갈구를 충족시키는 과정이자 교육과정 상의 내용 요소가 다루어지는 과정이 될 수 있다. 이러한 과정이 일회에 그치지 않기 위해서는 주제에 관한 수업이 학생들의 새로운 질문을 지속적으로 이끌며, 학생들이 처음 제기한 질문의 해결을 계속 추구하도록 하여야 한다. 본 연구의 사례에서 학생들은 용어 및 명제와 더불어 관련 자연경험을 하였고, 이로부터 용어와 명제의 의미에 대한 질문을 제기하였다. 추후의 수업에서 교사가 단순히 설명을 제시하는 것에서 그치지 않고, 관련 자연경험의 기회를 함께 제공한다면 학생들의 의미 있는 질문을 계속해서 유발할 수 있을 것이다. 이러한 수업은 학생들의 지적 갈구를 충족하는 과정이면서 동시에 새로운 지적 갈구를 이끌어내는 과정이 될 수 있을 것이다.

질문과 수업에 관한 이러한 견해는 이미 과학자 패러데이(1854)에 의하여도 제기되었었다. 패러데이는 'lectures on education'의 한 챕터인 'observations on mental education'에서 층을 쌓아 올리듯 지식을 주입하는 주조식 교육을 비판하며, 자신의 교육적 견해를 피력하였다. 패러데이에 따르면 질문이란 학습과정에서 필연적으로 발생하는 것이며, 이는 자연과의 대면을 통하여 다루어져야 하는 것이다. 그는 자연과 대면 없이 글만으로 가르치는 과학수업은 글씨는 쓸 줄 알지만, 쓰여 있는 글씨의 뜻은 모르는 사람을 만드는 것과 같다고 주장하였다. 덧붙여 학습이란 성취의 경험이 아닌 결핍의 경험이 되어야 하며, 결핍은 새로운 앎에 대한 갈망과 진보로 이어진다고 하였다.

본 연구에서는 즉답하기 어려운 학생의 질문으로부터 한 교사가 경험한 딜레마를 통하여 과학 교육에서 학생의 질문이 갖는 의의를 살펴보았다. 전자기학은 교육 과정의 개정으로 학교 급간 내용 요소의 이동은 있지만, 지속적으로 중요하게 다루어지는 과학 교과의 근본 주제 중 하나이다. 이러한 근본 주제에 대한 교육 과정의 내용 요소들은 학생 수준을 고려하여 체계적으로 구성되어 있다고 본

다. 그러나 학생이 내용 요소들 간의 관계를 유기적으로 연관 짓지 못한다면, 학생에게 있어 각 내용 요소의 학습은 근본 주제를 알아가는 과정이 아닌 파편화된 지식들의 습득 과정이 될 수밖에 없다. 학생은 학습이 근본 주제를 알아가는 연속적인 과정임을 알아야 한다. 이를 위해서는 특정 주제에 대한 학생의 질문이 주제 속 내용 요소의 학습과 자연스럽게 연계되고, 이러한 학습이 학생의 끊임없는 질문을 유발하도록 하는 과학 교수 방법이 필요하다.

참고문헌

교육과학기술부(2011). 과학 6-1 교사용 지도서. 한국과학창의재단 국정도서편찬위원회. 금성출판사.

교육인적자원부(2007). 2007년 개정 과학과 교육 과정. 대한교과서주식회사.

윤혜경(2005). 딜레마 일화를 활용한 과학 교사 교육. 한국과학교육학회지, 25(2), 98-110.

윤혜경(2008). 과학 실험 실습 교육에서 초등 교사가 느끼는 딜레마. 초등과학교육, 27(2), 102-116.

이종봉, 이경호(2012). 한 과학 교사가 뉴턴 제 1 법칙을 가르치면서 경험하는 딜레마: 객관주의와 구성주의의 이분법적 사고. 교육과학연구, 43(2), 53-73.

정영란, 배재희(2002). 질문 강화 수업이 중학생들의 질문 수준과 학업 성취도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 22(4), 872-881.

조영미, 오필석(2011). 과학 실험 수업에 관한 한 초등학교 교사의 실천적 지식의 구조 분석. 초등과학교육, 30(2), 162-177.

천호성(2007). 사회과 수업의 협력적 실행 연구: 초등학교 4학년 '문화재와 박물관' 단원을 중심으로. 사회과교육, 46(3), 5-30.

Berube, M. S. (1982). *The American heritage dictionary (2nd ed.)*. Boston: Houghton Mifflin.

Chin, C., Brown, D. E. & Bruce, B. C. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education, 24(5)*, 521-549.

Eger, M. (1992). Hermeneutics and science education: An introduction. *Science & Education, 1(4)*, 337-348.

Eger, M. (1997). Achievements of the hermeneutic – phenomenological approach to natural science: a comparison with constructivist sociology. *Man and World, 30*, 343-367.

Faraday, M. (1854). *Observations on mental education. Reproduced in experimental research in chemistry and physics*. 1991 London; New York, Taylor & Francis.

Ferguson-Hessler, M. & de Jong, T. (1990). Studying physics texts: Differences in study processes between good and poor performers. *Cognition and Instruction, 7*, 41-54.

Joppe, M. (2000). *The Research Process*. Retrieved February 25, 1998, from http://www.ryerson.ca/~mjoppe/rp.htm

Kagan, D. M. (1992). Professional growth among preservice and beginning teachers. *Review of Educational Research, 62*, 129-169.

Keys, C. W. (1998). A study of grade six students generating questions and plans for open-ended investigations. *Research in Science Education, 28*, 301-316.

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P. & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

Nussbaum, J. & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation. *Instructional Science, 11*, 183-208.

Schur, Y. & Galili, I. (2009). A thinking journey – a new mode of teaching science. *International Journal of Science and Mathematics Education, 7(3)*, 627-646.

Volkmann, M. J. & Anderson, M. A. (1998). Creating professional identity: Dilemmas and metaphors of a first-year chemistry teacher. *Science Education, 82(3)*, 293-310.

Wallace, J. & Louden, W. (2002). *Dilemmas of science teaching: Perspectives on problems of practice*. New York: Routledge Falmer.

Zoller, U. (1987). The fostering of question-asking capability. *Journal of Chemical Education, 64*, 510-512.