



과학자의 희로애락(喜怒哀樂)이 담긴 과학사 에피소드 활용 교육 프로그램 개발

이윤경, 신동희*
이화여자대학교

Program Development of Scientists' Episode: Focusing on Scientists' Joy, Anger, Sorrow, and Pleasure

Yun-Kyung Lee, Dong-Hee Shin*
Ewha Womans University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 July 2014

Received in revised form

15 August 2014

Accepted 19 August 2014

Keywords:

scientists' episode,
program,
alternative image of scientist

ABSTRACT

To provide students an alternative image of science and scientist, we developed five lesson plans that include scientists' joy, anger, sorrow, and pleasure in their life. Through the 10 hour lessons with the five topics, we investigated the effect of our program on students' image change toward scientists, their science learning, and their career development in science field. Twenty high school students participated in our program and five of them were analyzed. The qualitative data included opinionnaire survey before and after the program, field note, video recording, students' worksheets, and interview. The science episode lessons that reflect the human side of scientists were designed in five steps. The first step is the one about imaging of scientists, the second step is the one about reading scientists' episode in their life, the third step is the one about investigating human side of scientists, the fourth step is the one about feeling sympathy in scientists' context, and the last step is the one about judging human side of scientists. Students participated in this program got to feel familiarity in scientists as well as confidence in science. By obtaining the alternative image of scientists after the class, it is expected that students will play roles of well-prepared supporters with scientific literacy.

1. 서론

과학사를 처음 개척한 사튼은 인류의 진보를 보이는 유일한 역사는 '과학사'라고 말했다(Sung, 2004). 과학사는 '과학의 역사'라는 말 그대로 과학과 역사 영역의 접점이다. 이에 사튼은 과학자의 입장에서 과거를 통해 현재의 과학을 알 수 있으며 인문학자 입장에서는 인간에 대해 더 잘 알 수 있다고 했다(Sung, 2004). 자연과학과 인문학의 특성을 모두 담고 있는 과학사는 과학 교육 현장에서 과학 개념의 발달과 과학 지식의 생성 활용에 가장 많이 활용되고 있으며, 과학적 탐구 방법을 이해하는 자료로 활용되기도 한다(Lee & Shin, 2011). 국내에서 이루어진 과학사를 활용한 과학 교육 연구는 과학 개념, 오개념 치유를 위한 프로그램(Choi *et al.*, 2005; Kim & Han, 2006; Oh & Kim, 2011; Paik & Jo, 2006), 과학의 본성 이해에 도움을 주는 프로그램(Choi *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2008; Kang *et al.*, 2004) 등의 측면에서 주로 이루어져 왔다. 그러나 과학사를 통해 과학에 대한 거리감을 줄여 긍정적 태도를 갖게 하는 정의적 측면으로의 접근은 상대적으로 부족하다.

과학 교육에서 태도 관련 논의는 과학적 태도와 과학에 대한 태도 등으로 구분된다. 과학사를 활용한 과학 교육의 효과로 바로 과학에 대한 긍정적 태도 함양도 있다(Kang & Hur, 2005; Kim *et al.*, 2008; Kim & Yang, 1997). 과학사 활용 과학 교육에서는 과학사 에피소드를 활용하는 경우가 많은데(James, 1971; Shin & Shin, 2012; Wang & David, 2002), 과학사 에피소드에는 거의 대부분 과학자가 등장한다.

과학 교육에서 소개되는 과학사 에피소드는 치열한 과학 연구 현장에서 위대한 업적을 이루어가는 과학자의 모습을 담은 것이 대부분이다. 이를 통해 학습자는 과학과 과학자의 비범함과 위대함, 그리고 인류 문명에 크게 기여해 온 과학자들의 업적에 대해 긍정적 이미지를 얻게 된다. 그러나, 과학자들의 천재성과 극단적 열정을 부각시키는 과학사 에피소드로 '평범한' 학생들이 '비범한' 과학자에 대해 느끼는 거리감은 확대될 수 있다. 이렇게 학생들이 과학자에 대해 느끼는 비범함은 과학자에 대한 긍정적 이미지로 이어지기도 하지만 과학자를 세상과 격리되어 살아가는 폐쇄적 이미지로 이어지기도 한다(Barman, 1997).

과학자에 대한 이미지 연구는 1940년대에 시작되었다. 1950년대 Mead와 Metraux가 개발한 DAST(Draw a Science Test)라는 검사 방법을 통해 활발해지기 시작했다. 이후 DAST-C(Finson *et al.*, 1995)라는 체크리스트 검사 방법을 통해 그림으로만 하던 학생들의 과학자에 대한 이미지 조사의 한계를 보완했고, 수업 후 면담까지 추가해 그림과 체크리스트로도 부족했던 부분의 인식까지 검사할 수 있었다. 과학자에 대한 학생들의 이미지에 대한 초창기 연구에서 학생들은 나이가 든 남성 과학자로 화학 실험실에서 연구를 하는 모습의 과학자를 생각했다(Chambers, 1983; O'Maoldomhnaigh & Hunt, 1988; Schhibeci, 1986). Indicators 2002에서 학생들은 과학자의 지성과 업적은 존경하지만 과학자가 가지고 있는 개인의 삶의 영역은 존경하지 못한다는 의견을 보였다. 학생들은 과학자에 대해 고정 관념을 갖고 있으며 과학이란 자신과는 다른 사람이 선택하는 영역이라는 거리감을 갖고 있었

* 교신저자 : 신동희 (donghee@ewha.ac.kr)

** 본 논문은 이윤경의 2014년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.5.0469

다. Turkmen (2008)은 과학자에 대한 학생들의 인식에 영향을 준 것은 과학 교사와 책이라는 연구 결과를 보였으나 이 인식은 변할 수 있다고 주장했다. 예를 들어 중학생보다는 고등학생이, 고등학생보다는 대학생으로 갈수록 과학자도 인간적인 면을 갖고 있다는 생각이 늘어, 과학 학습이 증가할수록 과학자의 인간적 면까지 이해의 폭이 확장되는 것으로 나타났다. Farland-Smith (2009)는 과학자에 대한 인식을 향상시키기 위해 여학생들이 연구실과 과학 연구의 현장에서 과학자와 직접 만나 활동하는 프로그램을 개발했다. 이 경험을 통해 학생들은 직업적으로 과학이 흥미롭고 만족스러워 함을 알았고 일반적으로 인식하고 있던 과학자에 대한 고정 관념도 불식시켰다. 이 프로그램에서 학생들은 실제 과학자를 만나 과학자도 평범한 사람과 다르지 않다는 것을 알게 된 것이다.

본 연구는 학습자에게 과학자의 이미지를 다양화시켜 과학에 대한 학생들의 관심을 갖게 하고 과학에 대해 학생들이 느끼는 벽을 낮춰 과학 학습 흥미를 고취시키고 과학 관련 진로를 희망하는 학생들의 동기를 부여하는 방법을 고민하면서 시작하게 되었다. 오랜 시간 동안 과학 교육은 인지적 목표 달성에 충실해 그러한 인지적 목표 달성을 위한 근본적이면서도 전체적 조건의 학습 동기나 관심 유발 측면에서 접근은 상대적으로 적었다. 과학자의 인간적 면을 교육을 통해 이해하면서 과학자에 대한 학생들의 편향된 이미지를 개선할 수 있을 것으로 기대한다. 본 연구에서는 과학자에 대한 학생들의 이미지 다양화에 기여할 수 있는 교육의 소재로 과학사를 도입하고자 한다.

과학사가 가지는 교육 소재로서의 장점에 비해 지금까지 과학 교육에서 활용한 과학사 에피소드는 대개 과학자의 드러난 과학적 활동과 업적을 넘어서지 못했다. 이렇게 과학자의 위인적 측면이 강조되는 에피소드라도 과학에 대한 흥미를 높이고 과학 학습 동기를 고취시킬 수 있지만 과학자에 대한 이미지 다양화 측면에서는 한계가 있다. 본 연구에서는 학생들이 과학과 과학자에 대한 이미지를 다양화하기 위해 과학자들의 인간적인 면이 드러난 에피소드를 활용한 ‘과학자의 희로애락(喜怒哀樂) 프로그램’을 개발해 학생들의 반응을 파악하고자 한다. 구체적으로 과학자의 다양한 이미지를 학습자에게 제공함으로써 과학자에 대한 이미지가 어떻게 다양해졌는지, 자신의 과학 학습과 진로에 어떻게 영향을 주었는지 살펴보고자 한다. 이 밖에도 본 연구에 참여한 학습자에게 과학자의 희로애락 에피소드가 어떤 의미로 다가갔는지에 대해 살펴보고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 먼저 과학자의 인간적 측면이 드러난 과학사 에피소드를 탐색하는 것을 시작으로 이를 활용한 교육 프로그램을 개발하고 적용해 학생들에게 어떠한 변화가 일어났는지 분석했다.

1. 프로그램 개발

본 연구에서 개발한 프로그램에서는 과학자의 인간적인 면이 담겨 있는 인생 이야기를 주요 소재로 사용했다. 과학사 활용 과학 교육에서 주로 도입하는 내용은 과학자의 과학 활동이나 업적인 반면 본 프로그램에서는 사랑, 화, 슬픔, 취미라는 감정적 측면을 통해 여러 과학자들의 인간적인 면을 부각시키는 에피소드를 도입했다. 학생들이 과학자의

인간적인 면에 공감, 이해할 수 있는 기회를 제공해 학생들이 과학과 과학자에 대한 다양한 인식을 갖게 되기를 기대하기 때문이다. 나아가 과학자의 인생 이야기를 통해 학생들은 과학 학습의 새로운 동기를 찾을 수 있다. 이를 위해 ‘희로애락(喜怒哀樂)’이라는 빅아이디어를 도출해 프로그램의 주제로 삼았다. 모든 주제마다 과학자 삶의 이야기를 보여주기 위해 에피소드식 내용을 도입했다. 과학사 에피소드는 과학사 단행본, 과학자 인물 이야기, 과학자의 전기, 토막기사 등을 통해 수집했다. 프로그램 개발을 위한 참고한 책과 웹사이트는 다음과 같다.

- 박덕은(1997). 세계의 과학자 18. 서울: 가교.
- 오진곤(2002). 틀을 깨 과학자들: 그들의 시련과 영광. 서울: 전파과학사.
- 오진곤(2006). 과학자 360. 서울: 전파과학사.
- Bardoe, C. & Smith, J. (2010). 그레고르 멘델-콩을 기른 수도사(김상욱 역). 서울: 개구쟁이미르.
- Katja, D.(2009). 카타리나 케플러(강명희 역). 서울: 자음과 모음.
- Kemp, M.(2001). Spiritual Shapes: Ernst Haeckel's 'art forms in nature'. Nature, 413, 460pp.
- Robin. M. H.(2006). 정원의 수도사 (안인희 역). 서울: 사이언스북스.
- Shelagh. R., Jonathan. R.(2011). 세마리 개구리 깃발 식당 (김현철 역). 서울: 책이있는마을.
- 马正飞(2005). 노벨상 수상자 45인의 위대한 지혜(강경이 역). 경자: 청년 정신 캐리어즈의 일생.
- Deutsches Kunststoff Museum. (만들어진 연도/미상). All About Plastic. <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/en/all-about-plastic/inventor/wallace-hume-carothers-polyamid-1/>
- 옴의 일생.
- 이틀리에사랑의 장난감가게. (2009). 미분류. <http://atelierace.egloos.com/v/2452037>
- 멘델의 일생 및 관련 동영상.
- EBSi. (2008). EBS 학습자료실 - 클릭! 사이언스. <http://www.ebsi.co.kr/ebs/lms/lmsx/retrieveSbjtDtl.ebs?sbjtid=11F0TC0030>
- 네이버캐스트. (2011). 오늘의 과학 - 생물 산책. http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=7017
- EBS. (2005). EBS 무릎학교. http://home.ebs.co.kr/reViewLink.jsp?command=vod&client_id=home1993&menu_seq=3&enc_seq=1171280&out_cp=naver
- 레오나르도 다빈치의 취미
- 김성호. (2011.5.21.). 괴상한 음식 만드는 요리사 다빈치. 서울신문. <http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20110521017005>

‘과학자의 희로애락’ 프로그램은 자신의 가족, 친구, 제자를 아끼며 사랑했던 과학자 러더퍼드, 패러데이[喜], 신봉으로 인해 과학적 업적을 인정받지 못하고 사후에야 이름이 드러난 과학자 멘델[怒], 자살한 과학자 캐러더즈와 레가소프, 역경을 극복했던 과학자 호킹과 옴[哀], 실험과 연구를 병행하며 자신의 인생을 풍요롭게 하는 취미 생활을 즐겼던 과학자 아인슈타인, 헤켈, 다빈치[樂]의 에피소드 등을 추출했다. 이와 같이 4개 주제와 과학자의 이미지 측면에서 접근한 도입[愁]까지 총 다섯 주제의 10차시 프로그램을 개발했다. 모든 주제 마다

1. 과학자들의 숨겨진 삶 [秘]	
목표	과학자도 보통 사람과 다르지 않고 여러 가지 감정을 느낀다는 사실을 알 수 있다.
내용	· 오랜 시간 동안 조명 받지 않았던 과학자 삶을 제시 · 과학자 희로애락 활동지를 통해 과학자의 겉모습 이미지와 실제 삶에서 느꼈을 그들의 감정이 어떻게 다른지 이야기함. · 우리의 삶과 과학자의 삶이 얼마나 비슷하고 다른지 이야기함.
방법	· 활동지, 토론, 발표
2. 따뜻한 마음을 가진 과학자 [喜]	
목표	· 과학자 삶 속에 나타난 부모, 형제, 제자에 대한 사랑 이야기를 통해 연구뿐만 아니라 과학자에게도 따뜻한 마음이 있다는 것을 알 수 있다.
내용	· 여러 가지 직업이 갖는 색 이미지 연결하기 · 따뜻한 마음을 가진 과학자 사례를 조별로 제시 · 과학자의 삶을 통해 연상되는 색 연결하고 업적과 에피소드 발표하기
방법	· 활동지, 조별 토론, 발표
3. 멘델, 무릎팍 도사에 가다 [愁]	
목표	· 과학자가 처했던 화나는 상황을 통해 과학자의 마음을 공감하고 해결책을 제시할 수 있다.
내용	· TV 프로그램 ‘무릎팍 도사’에 고민이 있어 멘델의 상황을 역할극으로 표현 · 과학자 입장을 공감하고 고민을 해결할 수 있는 방안을 이야기함
방법	· 활동지, 역할극, 토론, 발표
4. 역경을 극복한 과학자들 [哀]	
목표	· 과학자의 삶에도 평범한 사람처럼 어렵고 힘든 일이 있음을 공감한다.
내용	· 자살한 과학자, 역경을 극복한 과학자 사례를 ‘그것이 알고 싶다’ 형식으로 제시 · 과학자들이 어떻게 역경을 극복했는지 이야기함 · 만일 자신이라면 위기의 상황에서 어떻게 극복할 것인가 이야기함
방법	· 활동지, 게임, 토론, 발표
5. 과학자들의 취미 [樂]	
목표	· 과학자의 취미 생활을 보며 과학자가 연구에 몰두할 뿐 아니라 개인적 여가 생활을 즐겼으며 큰 기쁨과 위로를 얻을 수 있다.
내용	· 여러 과학자들의 취미와 업적이 담긴 자료를 조별로 제시 · 자료를 읽고 다른 조에게 업적과 취미를 알려준 뒤 어떤 과학자의 취미인지 맞추는 게임 진행
방법	· 활동지, 게임, 발표

Figure 1. HOS(history of science) program reflecting scientists' human perspectives

과학자 인생에서 인간적 측면을 살펴보고 학생들이 과학자가 되어 ‘공감’하는 기회를 제공했다. 프로그램의 개요는 Figure 1과 같다.

2. 연구 참여자

본 연구에 참여한 학생들은 서울특별시 소재 과학중점고등학교 1학년(만 16세)에 재학 중인 약 20명의 여학생들로 모두 자원하여 프로그램에 참여했다. 20명의 학생들 중 수업에 빠짐없이 참석했고 수업 전 후, 수업 중에 일어난 조사와 활동 과정, 수업 후 면담에 모두 참여한 5명의 학생들을 분석 대상으로 했다(Table 1).

3. 프로그램 적용 및 분석

토요일 오전마다 학생들이 프로그램에 참여했는데, 총 5주 동안에 걸쳐 총 10시간 동안 이루어졌다. 프로그램 참여 전 과학자에 대한 학생들의 생각을 알아보기 위해 서술형 문항으로 이루어진 조사지를

Table 1. Research participants

이름 (가명)	특징
김수영	의사표현을 잘 하고 새로운 상황에 쉽게 적응한다. 평소에 과학자에 대해 많이 생각하지 않은 편이다. 수업 후 과학자에 대해 친근감을 느꼈고 발표력이 향상되었다.
남지은	조용하지만 관심이 있는 분야에 대해 자신의 생각을 잘 말한다. 장래 희망이 과학 철학자이며 생각이 깊다. 과학자의 여두운 면에 공감하고 자신과 비슷한 점을 발견해 위로를 얻었다.
이수정	학업 성취도가 높다. 아버지가 과학자이며 장래 희망도 과학자다. 자신은 원래 과학자도 인간적이라는 생각을 갖고 있다고 말하지만 가끔 모순되는 발화도 보였다.
이정현	긍정적 태도를 가진 학생으로 아버지가 과학 관련 일을 하시지만 본인은 실험실에 앉아 있기 어렵기 때문에 과학자가 될 수 없다고 말했다. 수업 후에는 과학자가 되는 것에 대해 긍정적으로 변했다.
황하정	학업 성취도가 높고 자아가 강하다. 과학 지식 습득이 과학 학습이라고 생각한다. 과학자는 우월한 존재라는 인식이 있다. 과학자 희로애락 수업에 대해 불만을 가졌던 학생이다.

나는 앞으로의 전공 선택에서 1) 이과, 2) 문과를 선택할 예정이다. 나는 과학자가 _____ 할 때 인간적이라고 생각한다. 나는 과학자에게 _____ 한 모습을 볼 때 따뜻한 마음이 있을 것이라고 생각한다. 나는 과학자가 _____ 할 때 슬픈 일에 눈물을 흘릴 것이라고 생각한다. 나는 과학자가 _____ 를 위해 취미를 가지고 있을 것이라고 생각한다. 나는 과학자가 _____ 할 때 화를 낸다고 생각한다.

다음 과학자 A 씨와 B 씨의 삶을 읽어보자.

<과학자 B 씨> B 씨는 40대 중반의 기혼자이다. 연구실로 출근할 때마다 온 가족이 나와 인사해 준다. B 씨는 젊은 시절 형편이 넉넉하지 않아 여러 가지 일을 하며 학업을 마쳤다. 현재는 몸이 불편하신 노모와 배우자, 자녀와 함께 살고 있다. 실험실에 도착하자마자 배우자에게 잘 도착했다는 문자 메시지를 전달한다. 전날의 실험 데이터를 확인하고 오늘 수행할 실험 내용을 준비한다. 실험이 20분 단위로 진행되기 때문에 긴장감을 늦출 수는 없지만 언제라도 가족이나 친구들에게 긴급한 전화가 올 수 있기 때문에 휴대 전화를 켜놓는 편이다. 점심시간이 되자 B 씨는 보고서 정리를 마친 뒤 바빠 점심을 먹고 점심시간 이후의 실험을 준비한다. 해가 저물 때 쯤 실험을 정리하고 집에 돌아간다. 집에는 배우자와 자녀들이 B 씨를 맞아 준다. B 씨는 연구실에서 있었던 일들을 이야기하고 서재에 들어가 아이들에게 책을 읽어준다. B 씨와 아이들은 잠이 든다.

<과학자 A 씨> A 씨는 40대 중반의 미혼으로 화학 학계에서 촉망받는 과학자다. 아침 7시까지 연구실로 출근하여 전날 연구했던 데이터를 확인한 뒤, 오늘 수행해야 하는 내용을 확인하고 실험을 준비한다. 점심시간 전까지 20분마다 실험을 하려면 잠시라도 딴 생각을 할 겨를이 없다. 실험 데이터에 큰 영향을 주기 때문에 철저히 정해진 프로토콜로 실험한다. 연구 중에는 가족, 친구 등에게서 오는 전화는 받을 수 없어 휴대 전화를 잠시 끈다. 점심시간이 되자 A 씨는 휴대 전화를 켜고 보고서 정리를 마친 뒤 점심을 먹고 이후의 실험을 준비한다. 해가 저물 때 쯤 실험을 정리하고 집에 돌아간다. 집을 혼자 지키고 있는 강아지가 A 씨를 맞이하며 반긴다. A 씨는 간단히 저녁을 먹고 피곤에 지쳐 잠을 청한다. A 씨는 다음 날 아침 노벨 화학상을 담당하는 스웨덴 왕립과학원 심사 위원으로부터 메일 한통을 받았다. 12월에 있을 노벨상 수상 후보로 올랐다는 내용이며 수상을 위해 스톡홀름으로 와달라는 내용이었다. 그해 A 씨는 한국인 최초로 노벨 화학상을 수상하게 되었다. 그간의 노력이 보상받는 시간이었다.

- 1) 위의 두 명 과학자의 삶 중 본인이 희망하는 삶은 무엇인가요?
- 2) 그 이유는 무엇인가요?
여러분은 과학자가 될 수 있다고 생각하나요?
- 3) 그렇게 생각한다면 근거는 무엇일까요?
3-1) 그렇게 생각하지 않는다면 근거는 무엇일까요?

Figure 2. Opinionnaire before and after class

사용했다(Figure 2). 프로그램을 마친 이후에도 동일한 조사지로 한번 더 조사를 실시했다. 이 조사지는 뚜렷한 정답이 없는 가치와 관련

된 상황 판단 조사에서 자주 활용되는 스토리텔링 유형으로 구성했다.

10차시 프로그램이 모두 진행된 후 전체 프로그램에 결석 없이 참여한 5명의 학생들을 대상으로 반구조화된 면담을 실시했다. 면담 질문은 조사지 응답의 결과와 수업 관찰과 활동지 결과를 반영하여 구성했다. 수업 시간에 구체적으로 질문하지 못한 과학자의 이미지와 수업 후의 느낌과 변화된 점에 대해서도 추가로 질문했다. 면담 질문 내용은 다음과 같다.

- 학교 수업과 이번 수업이 어떻게 달랐습니까?
- 좋았던 수업과 싫었던 수업은 무엇입니까?
- 과학자라고 말하면 떠오르는 이미지는 무엇입니까?
- 자신의 삶과 공감 되었던 것은 무엇입니까?
- 자신의 주변에 과학자 같은 사람이 있습니까?
- 자신이 과학자가 될 수 있습니까?
- 훌륭한 과학자가 되기 위해서 무엇을 준비해야 합니까?
- 인간적인 것은 무엇일까요?

10차시의 모든 프로그램과 수업 후 면담은 비디오로 녹화했다. 과학 교육학으로 박사 과정 중인 전공자가 매 차시별 수업 현장 상황 특징적인 부분을 현장 노트로 기록해 수업 관찰 분석 시 도움을 주었다. 연구를 통해 수집된 질적 자료를 분석하기 위해 각 자료를 전사해 텍스트로 전환했다. 반구조화된 조사지, 수업 중 활동지, 수업 관찰 자료, 수업 후 면담, 필드 노트 등 원 자료를 코딩하며 본 연구의 주제와 연구 문제를 염두에 두고 반복적으로 읽어 전체 흐름을 파악했다. 원 자료들은 한 번의 기록보다는 여러 번의 코딩 과정을 통해 기록을 보완할 수 있었다.

자료의 분석과 해석을 위해 자문화 기술지 전략을 활용했다. 분석의 첫 단계로 개인의 차원에서 수집된 자료의 반복되는 주제를 탐색했다. 예를 들어 김수영의 수업 전 조사지와 수업 후 조사지를 코딩 후, 각 응답을 비교해 수업 전 학습자가 어떠한 개인적 특성을 지녔는지, 과학자에 대해 어떠한 이미지를 가지고 있는지 파악했다. 프로그램 참여 후 실시한 조사지에서는 과학자에 대한 이미지가 어떻게 변했는지, 과학에 대한 진로가 변경되었는지 전체적인 결과를 확인했다. 두 자료를 비교하며 가장 큰 변화를 보이는 주제를 기록하고 반복적으로 제시되는 단어와 토픽을 기록했다. 또한 새롭게 언급된 발화는 무엇인지 탐색했다. 전사된 수업 비디오 자료와 활동지 자료를 조사지 기록과 대조하며 내용을 검토했다. 프로그램 참여 과정 중 어떠한 경험을 하고 있는지, 각 수업에서 어떠한 반응을 하고 있는지 관찰했다. 마지막으로 수업 후 면담 자료를 검토했다. 각각의 전사된 내용에서 얻어진 주요한 내용을 기록하기 위해 분석적 메모(analytic memo) 기법을 활용했다(Saldana, 2009). 예를 들어 김수연과 황하정의 대화가 기록된 자료 옆에 ‘과학자에 대한 친밀감’이라는 메모를 적었다. 이러한 메모를 통해 ‘과학자에 대한 이미지, 과학자에 대한 공감, 과학자와 동일시, 과학자에 대한 친밀감, 과학자에 대해 새롭게 알게 된 점’ 등과 같은 큰 범주를 생성했다.

두 번째 단계로 주어진 자료를 통해 연구 주제와 관련된 개인의 변화를 해석했다. 이 단계에서 개인과 상호작용하는 타자와의 관계도 분석했다. 예를 들어 남지은의 전사된 자료 중 ‘과학자의 이미지’라는 범주에서는 수업 중 색으로 과학자를 표현한 활동, 각 수업 중 과학자

에 대한 발화, 쉬는 시간 친구와의 발화 자료를 기록했다. ‘과학자에 대한 공감’이라는 범주에서는 수업 시간에 과학자의 경험을 자신의 입장에서 이야기한 내용, 수업 후 면담에서 자신의 발화에 대한 해석 등의 자료를 기록했다. 이외에 ‘어떻게 역경을 극복할 것인가, 취미, 어떤 과학자가 되고 싶나, 과학자는 누구나 될 수 있나, 과학자가 희로애락을 느끼는 순간, 수업에 대한 평가, 수업 후의 개인적인 변화, 진로에 대한 고민, 무엇이 인간적인가’를 범주화해 전 단계보다 주제에 밀접한 내용으로 하위 범주화했다. 이 내용을 토대로 개인의 특성을 분석하고, 수업 전과 후 과학자 이미지를 분석했다. 특히 남지은의 경우 과학자에 감정 이입하는 주제에 대해 의미 있는 발화를 해 비중 있게 분석했다. 개인별 분석 과정에서 개인의 특성에 따라 하위 범주와 주제는 조금씩 달랐지만 연구의 주제를 벗어나지는 않았다.

세 번째 단계로 본 프로그램의 영향에 대해 일반적 맥락화를 시도했다. 연구 참여자의 특성과 하위 범주를 토대로 공통으로 보이는 결과에 대해 분석한 것이다. 과학자에 대한 이야기, 진로에 대한 이야기, 수업 후 달라진 점 등에 대해 분석했다. 이 과정에서 분석적 메모를 활용해 공통으로 보이는 프로그램의 영향을 기록하여 일반화할 수 있는 결과에 대해 진술했다. 생성된 범주는 효과의 차원에 따라 배열하여 분석한 결과를 기록했다.

III. 과학자의 희로애락이 드러난 에피소드 활용 과학 수업 모형

과학자의 인간적 측면이 드러난 과학사 에피소드 활용 수업은 1주제 비(秘), 2주제 희(喜), 3주제 노(怒), 4주제 애(哀), 5주제 락(樂) 등 총 5개 주제의 10차시로 개발되었다. 각 프로그램은 과학 교과서에 나오지 않는 과학자의 개인적 에피소드, 따뜻한 마음씨를 가진 과학자 에피소드, 자신의 연구를 인정받지 못한 과학자 에피소드, 역경을 극복한 과학자 에피소드, 과학자의 취미 에피소드를 소재로 사용했다. 이와 같이 과학자의 인간적 측면이 반영된 과학 수업 개발 시 무엇보다도 에피소드의 특성에 맞는 최적의 수업 내용과 방법을 고민하는 것을 우선시 했다. 즉, 수업의 틀이나 구성 등의 형식이 아닌 에피소드의 성격을 프로그램 개발에서 가장 중요한 근거로 보았다. 이는 과학자의 희로애락이 담긴 에피소드가 본 프로그램에서 핵심적 역할을 함을 드러낸다. 5개 주제별로 프로그램 개발이 완성된 후, 학생들에게 프로그램을 적용한 결과를 반영해 과학자의 희로애락이 드러난 에피소드 활용 과학 교육 프로그램을 수정, 확정했다. 5개의 주제별 수업 프로그램에서 공통된 흐름을 찾을 수 있었다(Figure 3).

첫 번째 단계인 ‘과학자에 대한 이미지 떠올리기’에서 교사는 학생들이 가지고 있는 과학자의 이미지에 대해 질문한다. 학생들은 일반적

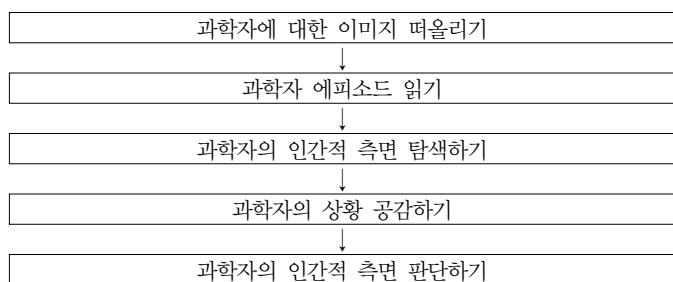


Figure 3. Learning steps in science class reflecting scientists' human perspectives

으로 무의식 속의 과학자를 생각하고 있지만 과학자에 대해 깊게 생각해보지 않는다. 따라서, 학생들은 각 수업 시간마다 회로에 락 주제에 맞는 과학자 이미지를 떠올려 자신이 갖고 있는 과학자 이미지를 회상할 수 있다. 교사는 과학자에 대한 이미지를 말하는 학생의 발화에 어떠한 가치도 평가하는 것은 바람직하지 않다. 자유로운 분위기에서 학생들이 과학자에 대해 말할 수 있는 분위기를 형성해야 한다.

두 번째 단계인 ‘과학자 에피소드 읽기’에서 교사는 과학자의 인간적인 면이 드러난 에피소드를 준비해 학생들에게 제시한다. 교사는 과학자의 따뜻한 모습이 담긴 과학자 에피소드, 과학자의 성난 모습과 슬픔을 느끼는 모습이 담긴 에피소드, 과학자의 취미 등 주제에 맞는 과학자 에피소드를 다양한 측면에서 조사하여 정리된 자료를 학생들에게 제시한다. 예를 들어, 노(怒) 주제 수업에서 수도사이자 과학자인 멘델이 경험했던 시대적, 신분적 불합리에 대한 에피소드를 역할극 시나리오로 제공했다. 또, 락(樂) 주제 수업에서는 바이올린 연주를 즐겼던 아인슈타인, 요리를 잘 했던 레오나르도 다빈치, 그림을 잘 그렸던 헤켈 등 과학자의 취미에 대한 자료를 학생들에게 제시한다. 이 단계에서 교사의 중요한 역할은 학생들이 주어진 수업 시간 내에 읽고 이해하고 느낄 수 있는 에피소드를 준비해야 한다는 점이다.

‘과학자의 인간적 측면 탐색하기’ 단계에서 학생들은 읽은 에피소드에 대해 토론하고, 활동지를 비롯한 자료를 활용해 충분히 탐색한다. 특히, 과학자들의 과학적 업적 뒤에 숨겨진 인간적 측면을 염두에 두어 탐색한다. 교사는 주어진 자료에 대해 충분히 탐색할 수 있는 시간을 학생 개인별로 또는 모둠별로 제공해야 한다. 각자 읽은 에피소드 내용을 근거로 다른 학생들과 과학자의 인간적 측면에 대해 충분히 토의해야 한다. 이 단계에서 충분한 토론이 이루어지지 않을 경우 다음 단계인 ‘과학자의 상황 공감하기’ 단계로 이어지기 어렵다. 교사가 판단할 때 학생들의 토론이 원활하게 이루어지지 못할 경우 2단계에서 제시한 과학자의 인간적 측면이 드러난 추가 에피소드 자료를 학생들에게 제공할 수 있다.

‘과학자의 상황 공감하기’ 단계에서 학생들은 과학자가 처한 상황에 공감하면서 자신과의 공통점을 찾아 과학자를 진심으로 이해하게 된다. 예를 들어 애(哀) 주제 수업에 등장한 과학자 캐러디스와 레가소프는 역경을 극복하지 못한다. 학생들은 캐러디스와 레가소프가 삶에서 경험한 역경이 자신에 삶에 온다면 어떻게 할 수 있을지 과학자의 입장이 되어본다. 학생들은 이 과정을 통해 과학자에게 필요한 삶의 자세는 무엇이었을지 생각해보며 과학자의 삶에 공감하는 경험을 한다. 한편, 학생들은 역경을 극복한 스티븐 호킹과 움의 삶에서 본받을 점은 무엇인지 살펴보자 자신의 삶을 되돌아보는 기회를 갖는다. 만약 과학자의 삶에 공감하지 못한다면 그 이유를 설명할 수 있도록 한다. 학생들의 공감을 돕기 위해 교사는 “~라고 가정하자(Let’s suppose ~)” 식의 발제문을 많이 활용할 수 있다.

마지막 단계인 ‘과학자의 인간적 측면 판단하기’에서는 과학자의 에피소드를 살펴보고 공감한 것과 공감하지 못한 것을 토대로 수업 초기에 가지고 있던 과학자의 이미지와 비교해 과학자의 인간적 측면을 재평가한다. 예를 들어 희(喜) 수업에서 수업 초반에 연상한 과학자의 색과 수업 후반에 연상한 과학자의 색을 비교하며 과학자를 바라보는 시각의 변화에 대해 스스로 판단한다. 이 단계를 통해 학생들은 과학자의 인간적 측면까지도 고려한 과학자의 진실된 모습을 완성하게 된다. 이상의 흐름을 갖춘 수업의 사례를 소개하면 Figure 4와 같다.

제목	따뜻한 마음을 가진 과학자[喜]
목표	1. 과학자의 개인적인 삶에서 따뜻한 마음이 발현된 에피소드를 통해 과학자의 마음에 주목한다. 2. 직업의 객관성과 합리성을 뛰어넘어 사람을 사랑하고 배려했던 과학자의 마음을 본받는다.
수업 흐름	과학자에 대한 이미지 떠올리기 → 과학자 에피소드 읽기 → 과학자의 인간적 측면 탐색하기 → 과학자의 상황 공감하기 → 과학자의 인간적 측면 평가하기 1 → 과학자의 인간적 측면 평가하기 2
과학자에 대한 이미지 떠올리기	직업군에 연상되는 색을 떠올리며 활동지를 완성시킨다. 학생들은 활동지에 제시되어 있는 경찰, 의사, 과학자, 간호사 등의 직업에 연상되는 색상의 색종이를 붙인다. 학생들은 선택한 색이 직업과 어울리는 이유를 활동지에 기록한다.
과학자 에피소드 읽기	조별로 과학자 에피소드를 선택하기 교사는 학생을 4개의 조로 나누어 따뜻한 마음씨와 관련된 과학자 에피소드를 제시한다. 4명의 과학자: 케플러, 러더퍼드, 패러데이, 허셜 남매
과학자의 인간적 측면 탐색하기	조별 활동하기 학생들은 교사가 제시한 과학자의 자료를 읽는다. 과학자의 업적, 과학자의 따뜻한 면을 정리한다. 과학자에게 어울리는 색을 선택한다.
과학자의 상황 공감하기	처음에 생각했던 과학자의 색과 활동을 한 뒤의 과학자 색을 비교해본다. 왜 과학자의 색이 바뀌었는지 이유를 적는다. <빛나라 지식의 별, 스펀자>의 유행어를 응용하여 정리한다. 케플러의 업적은 <input type="text"/> 이다. 케플러의 따뜻한 부분은 <input type="text"/> 이다.
과학자의 인간적 측면 판단하기 1	모둠별 발표하기 각 모둠마다 정리한 것을 발표한다. 처음에 생각했던 과학자의 색과 현재 생각하는 과학자의 색을 비교한다. 색이 변했다면 그 이유를 발표한다. 발표를 듣는 학생들은 내용을 듣고 과학자의 인간적인 측면에 대해 자신의 생각을 이야기한다.
과학자의 인간적 측면 판단하기 2	교사는 학생들에게 우리 주위에 과학자는 누가 있는지 묻는다. 교사는 과학자는 생각보다 우리 주변 가까이에 있음을 알려준다. 학생들이 만났던 과학자와 그들에게서 봤던 따뜻한 마음은 무엇인지 토론한다. 교사는 학생들이 만났던 과학자들도 보통 사람들과 다름없이 따뜻한 마음을 갖고 살아감을 알려준다. 교사는 책 <홍성욱의 과학에세이(p.29)>의 일부를 이야기하며 수업을 마무리한다. 내용은 다음과 같다. 몇 년전 과학자들과 함께 남극을 탐험한, 네 명의 독일 청소년들은 이번 탐험에서 무엇이 가장 인상적이었느냐는 질문에 대해 “매일 밤 전자 메일로 아내에게 사랑의 편지를 쓰는 스페인의 과학자의 모습이 가장 인상적이었다.”고 대답했다. 교사는 학생들의 고정 관념 속 과학자는 냉철하고 차가운 이미지일 수는 있지만 실제 과학자에게도 사람을 사랑하고 아끼는 따뜻한 마음이 있음을 알려주며 정리한다.

Figure 4. Example of lesson plan focusing on scientists with warm heart[joy]

IV. 프로그램에 참여한 학생들의 반응

1. 과학자도 감정을 가진 평범한 사람이라는 생각

2002년 NSF(National Science Foundation)는 미국의 일반적인 사람

들이 가지고 있는 과학 공동체 이미지에 대해 조사했다. 일반적으로 사람들은 과학자를 위기의 문제를 해결하는데 도움을 주며 인류를 위해 연구를 하는 사람으로 인식했다. 반면 과학자의 개인적인 삶은 일반 사람들과 달리 직업 영역 외에서 즐거움이 없을 것이라고 이야기했다. 실험실에서 홀로 연구하는 과학자의 이미지를 떠올렸기 때문이다. 사람들은 과학자의 개인적인 삶은 본받을 것이 별로 없다고도 했다. 인간으로서 과학자에게 대해 일반인들과는 무엇인가 다른 이질감을 느낀 것이다. 우리 연구에 참여한 학생들도 과학자에 대해 이중적 이미지를 가지고 있었다. 선망의 직업인 과학자 이미지와 경직된 이미지의 과학자 둘 다 떠올렸다. 학생들 대부분 과학자에 대해 정신이 온전하지 않은 이미지, 냉정한 이미지, 인간적이지 못한 이미지를 가지고 있었다.

근데 과학자는 뭔가 좀 또라이 같은 사람이 좋아하지 않나? 하는 생각은 해봤어요. (수업 후 면담, 남지은)

보통 사람들이 잘못되게 생각하는 것처럼 그냥 좀, 약간 냉정하다? 그런 식으로 생각할 수 있을 것 같은데. (수업 후 면담, 이수정)

과학자가 인간적이라는 생각이 안 들어요. (수업 후 면담, 이정현)

일반적으로 과학자의 이미지는 드라마와 영화, 뉴스와 잡지 등의 매체에서 얻는다(Barman, 1999). 과학자를 실제로 보거나 과학자를 직접 경험하는 과정에서 습득한 이미지가 아니라 미디어에 의한 이미지를 얻는 경우가 대부분인 것이다. 미디어에 의해 형성된 과학자 이미지는 학생들이 과학자를 직업인으로 선망하는 동시에 인간적인 측면이 부족하다고 판단하는 근거를 제공한다. 본 연구에서 개발한 과학자의 인간적인 면을 드러낸 과학사 프로그램에는 학생들이 과학자의 삶 속에 내재된 희로애락을 간접 경험하며 ‘과학자의 입장이 되어보는’ 기회를 갖는다. 과학자의 입장이 되어 보는 것은 과학자가 처한 문제를 구체적으로 명료화시킬 수 있는 장점이 있다(Shin & Shin, 2012). 학생들은 과학자가 살았던 시대의 역사적 상황, 개인적 배경, 과학적 문제에 다시 놓이게 된다. 학생들이 만든 상상의 공간에서 그들이 주인공이 되어 과학자가 경험한 감정을 생각하고 공감하는 것이다. 이 경험을 통해 과학자의 따뜻한 감정과 삶의 에너지를 자신의 삶에 적용시킨 학생들도 있었다. 예를 들어 학생들은 과학자가 경험한 삶의 굴곡과 차별에 대해 함께 안타까워했다.

(멘델은) 논문을 써서 이름 다윈이 읽어 줄 것이라 생각하고 보냈는데 읽지도 않아서 속상했을 것 같아요. (수업 중, 김수영)

과학자들은 조금 쪼잔한 구석이 있구나. 오히려 이런 부분이 인간적인 거 같다. 어쩌면 과학자가 인간의 잠재된 본성을 가장 잘 보여주는 직업이 아닐까 하고 생각한다. (수업 중, 남지은)

또한 과학자가 잘못된 선택한 길에 대해서 학생들은 비판하고 더 나은 방향의 대안을 찾기도 했다.

스티븐 호킹은 죽음... 죽을 생각을 할 여유가 없었어요. 이 사람은 죽을 것을 알았는데 연구하고 싶은 게 너무 많으니까 연구하고 싶어서 산 것

같아요. (수업 중, 이정현)

자신의 연구가 가치가 있다고 제대로 발견되고 인정받은 것이 아니고 다른 과학자들이 자신들의 편의를 위하여 자신을 이용했다는 기분이 들 것 같다. 과학자 3명의 꿈속에 나타나서 자기 이름을 도용하지 말라고 말한다. 과학자의 연구가 자신의 의도와 다르게 쓰이는 경우도 있다. 과학자들도 자신의 발견에 대한 보상을 원한다. 인정받고 싶어 한다. (수업 활동지, 황하정)

Ahn(2005)은 효과적인 인성 교육을 위해서 관찰과 체험이 필요하다고 했다. 사람의 성품에 대해 교육하기 위해서 주입식으로 가르치는 것이 아니라 인격을 가진 대상의 특징을 살펴보고 경험할 필요가 있다는 것이다. 과학의 주체인 과학자, 과학적 업적에 가려졌던 과학자 삶을 살펴보는 것은 학생들에게 의미 있는 일이었다. 학생들은 과학사 속 과학자의 삶을 소재로 과학자의 인생을 간접 경험한 것이다. 냉정한 줄만 알았던 과학자 이야기에 학생들은 직접 들어가 과학자가 되었다. 다른 사람의 이야기로 지나쳤던 상황들이 나의 이야기가 되면서 학생들은 새로운 고민을 하게 되었다. ‘만약 내가 과학자라면 어떻게 했을까’라는 질문을 통해 타자화 되었던 과학자의 문제를 한 개인의 문제로 삼게 되었다. 과학자에 대해 안다는 것은 결국 과학에 대해 아는 것이다. 학생들은 이 경험을 통해 과학자에게도 인간적인 면이 있음을 알게 되었다. 더 나아가 과학자도 우리와 같이 감정을 느끼고 희로애락을 느끼는 평범한 사람임을 알게 되었다. 학생들은 과학자의 실패와 실수를 통해 과학자를 인간적으로 느낀 것이다.

과학자들은 언뜻 보면 마치 기계와도 같고 인간적인 모습이 없는 것 같다. 하지만 그런 그들도 실수도 하고 실패도 할 때는 인간적으로 보일 것 같다. (수업 활동지, 김수영)

2. 과학자에 대한 친밀감

과학 교과서는 과학자의 삶의 이야기보다 과학자의 과학적 업적에 대한 결과로 채워져 있다. 학생들은 교과서에 과학만 존재하고 인간으로서 과학자는 없다고 느낀다(Wang & David, 2002). 학생들에게 과학자가 언제 희로애락을 느낄지 물었고 그들은 대부분 과학자의 그런 부분에 대해 깊게 생각을 해 본 적이 없다고 답했다. 이공계 진로를 희망하는 학생들의 꿈에 비해서 현실적으로 과학자가 하는 일을 잘 모르고 과학자에 대해 생각해 본 적이 별로 없었다. 그리고 과학자도 일반적인 사람과 비슷하게 희로애락을 느낄 것 같다고 말하면서도 과학자와 자기 자신에 공통점이 있을 것이라고 생각하지는 못했다.

학생들은 첫 번째 수업을 통해서 과학자에 대해 알아보기 전 자신의 삶의 이야기를 했다. 이 과정에서 교사는 학생들의 삶의 이야기를 충분히 듣고 그것을 과학자 삶의 이야기에 적용했다. 예를 들어 과학자도 나처럼 학교 성적 때문에 고민도 하고, 무엇을 전공해야 하는지 고민도 했다는 것을 이야기하는 식이었다. 또 자신처럼 형제자매들과 다투기도 하고, 부모를 위해 헌신했던 이야기를 나누었다. 학생들은 이 과정을 통해 과학자의 삶에 대해 호기심과 관심을 갖게 되었다. 따뜻한 마음을 가진 과학자[喜], 멘델 무렵까 도사에 가대[怒], 역경을 극복한 과학자들[哀], 과학자의 취미[樂] 수업에서 학생들은 자신과 닮은 과학자의 모습을 발견했고 과학자들에 대한 마음의 거리가 가까워졌다.

과학자들도 마찬가지로 모든 사람들이 가족 또는 사랑하는 사람한테는 한없이 관대하고 따뜻하다. 그러기에 과학자들도 마찬가지로 생각한다. (수업 중 활동지, 김수영)

나는 일이 뜻대로 되지 않으면 내 자신이 한심해서 자꾸 눈물이 난다. 그래서 과학자들도 자신이 원하는 방향으로 상황이 돌아가지 않을 때 매우 슬플 것 같다. (수업 중 활동지, 김수영)

나일론 만든 사람이 스트레스 받아서 죽었잖아요. 그건 좀 이해가 갔어요. 그러니까 저도 압박받으면 짜증도 나고 힘들어하는 사람인데 압박을 주면 누구나 그러지 않을까. (수업 후 면담, 남지은)

저는 아니 과학자네요 누가 인정하지 않아도 자기 세계가 있어서 아니 이거 맞는 건지 모르는데. 그냥 무시하고 연구할 줄 알았는데, 과학자도 아픔을 느끼는구나 하고 느꼈어요. (수업 후 면담, 이정현)

대단한 연구를 해도 내가 살아있을 때 인정받지 못하고 죽은 후에야 좋은 연구라고 인정받으면 억울할 것 같다. (수업 중 활동지, 이정현)

수업에 참여한 학생들은 이 수업을 과학을 배우는 수업과 달리 과학자에 대한 사생활을 배우게 되어 과학자에 대해 친근감을 갖게 되었다고 했다.

과학자, 과학자에 대한 사생활을 배우니까 업적 알고 있는 것 보다 수업 시간에 과학자 나오면 뭔가 친한 것 같은 (웃음) 기쁘고 막 그래요. (수업 후 면담, 김수영)

과학자들은 무조건 그런 거만을 위해서 연구를 하는 건 아니고 과학 그 자체의 존재는 아니라는 것을 알게 되었어요. (수업 후 면담, 이수정)

재조명된 과학자의 기뻐던 순간, 화났던 순간, 슬픔을 느꼈던 순간, 취미 생활에 대한 이야기는 학생들이 느낀 희로애락의 순간과 크게 다르지 않았다. 지금까지 알지 못했던 과학자의 개인적 일상 이야기를 통해 학생들은 과학자를 친근하게 여기고 과학자에 대해 잘 아는 사이가 된 것 같은 경험을 하게 되었다. 과학자에 대한 사례를 경험하는 시기는 대학생이 되기 전이 좋다. 학생들은 대학생이 되기 전에 과학자를 실제로 만나는 기회를 가지게 되면 기존의 고정 관념과는 다른 이미지를 갖게 된다고 한다(Barman, 1997; Fort & Varney, 1989; Rahm & Charbonneau, 1997). 수업에 참여한 학생들은 과학자 에피소드를 통해 과학자에 대한 간접적으로 경험함으로써 기존에 가지고 있던 과학자에 대한 제한적 이미지에서 새로운 과학자 이미지를 갖는 계기가 되었다. Matthews (1998)는 과학자의 삶을 조사하는 활동을 통해 과학을 구체적으로 알 수 있다고 했다. 과학을 추상적으로 배우지 않게 될 때 학생들은 과학에 흥미를 갖게 된다. 과학자에 대해 낯설지 않은 감정을 갖게 되면 과학자에 대해 친근함을 느끼고 과학에 대해 긍정적인 태도를 갖게 된다. 우리는 과학적 소양이 필요한 시대에 살고 있다. 인간적 측면이 드러난 과학자의 과학사 사례를 배움으로써 학생들에게 과학자에 대한 친근함을 갖게 해 긍정적 동기를 제공하게 됨이 드러났다.

3. '나도 과학자가 될 수 있다'는 자신감

프로그램에 참여한 다섯 명의 학생들은 수업 전·후 본인들이 과학자가 될 수 없는 개인적인 이유와 또 과학자가 될 수 있는 개인적인 이유에 대해 이야기했다. 수업 전 학생들은 과학에 대한 흥미만으로 과학자가 될 수 있다고 생각하지 않았다. 과학자가 되기 위해서는 성적이 좋아야 하고 실험실에서 오랜 시간 있어야 한다고 이야기했다. 김수영은 과학자가 되고 싶다는 생각은 있지만 성적에 대한 부담감을 가지고 있었다. 과학자가 될 수 있다는 가능성을 배제하지는 않았지만 성적을 올려야 한다는 생각이었다. 그러나 과학 지식이 부족한 것이 아니라 교과의 전반적인 성적을 올려야 한다고 말한 점을 통해 과학 진로에 대한 막연함을 볼 수 있게 한다. 남지은과 이정현은 이과에 지원했지만 자신감, 직업에 대한 이해 등의 부족으로 과학자가 될 수 없다고 단정했다. 대신 과학자가 아닌 이공계 분야의 다른 진로를 선택하려 했다. 그 밖에 안수정과 황하정은 자신은 과학에 흥미가 있기 때문에 과학자가 될 수 있다고 답했다. 두 학생은 학교에서 이미 상위권에 속해 있어 성적에 대한 부담감이 적었던 것으로 추측된다.

될 수도 있을 것이라고 생각한다. 아마 성적을 더 올린다면 가능하지 않을까 싶다. (수업 전 조사지, 김수영)

나는 안 될 것 같다. 밥도 제대로 못 먹고 실험하느라 힘이 많이 들 것 같아서. (수업 전 조사지, 남지은)

연구실에서 암전히 연구하지 못할 것 같다. (수업 전 조사지, 이정현)

과학을 좋아하는 누구든지 과학자가 될 수 있으니까 될 수 있다. (수업 전 조사지, 이수정)

수업 후 남지은과 이정현은 자신들이 과학자가 될 수 있을 것이라고 생각이 바뀌었고 다른 학생들도 과학자가 될 수 있는 자신만의 이유를 썼다. 수업 전, 한 곳에 앉아있는 것을 참을 수 없다고 말한 이정현은 수업 후 “과학을 좋아하고 과학에 대한 열정이 있다면 과학자가 될 수도 있다고 생각한다”로 바뀌었다. 평소에 과학자인 아버지의 직업을 보며 부정적 이미지를 갖고 있었는데 수업을 통해 긍정적인 과학자상을 갖게 된 것이다. 이정현이 가지게 된 과학자에 대한 긍정적 이미지는 과학 진로를 고려하는데 영향을 주었다. 과학 철학을 공부하고 싶어하는 남지은도 수업 전에 과학자가 될 수 없다고 이야기했다. 그러나 본 연구에서 이루어진 과학자 에피소드 수업을 통해 생각이 변해 자신도 과학자가 될 수 있으며 이는 자신에게는 냉정함과 따뜻함이 있기 때문이라고 말했다. 프로그램의 주제인 희로애락을 통해 과학자도 여러 가지 감정을 가진 사람으로 이해한 것으로 보인다.

수업 후, 학생들은 과학자가 될 수 있는 자신만의 근거가 생겼다. 김수영의 경우 “흥미가 있고 노력만 한다면 이 세상에 갖지 못할 직업이 없다”고 말했다. 과학자는 태생적으로 일반인과 다른 사람이 아니기 때문에 ‘나도 과학자가 될 수 있다’는 자신감을 얻게 된 것이다. 이수정과 황하정도 과학자가 될 수 있다고 말했다. 안수정은 과학자를 평범한 사람으로 보았다. 과학을 좋아하는 마음이 있다면 과학자가 될 수 있다고 이야기했다. 그러나 과학자는 본인이 좋아하는 연구를

한다고 생각한 점에서 과학자 연구 주제 설정 기준에 관한 정보를 갖고 있지 않은 것으로 보였다. 황하정의 경우, 자신이 과학자가 될 수 있는 이유를 썼다. 과학과 교과목에 대한 흥미, 개인적 특성인 몰입성을 언급하며 이것을 과학자가 될 수 있는 근거로 이야기했다.

과학자들도 자기가 하고 싶은 연구를 하는 것이고 우리와 크게 다르지 않은 사람이기 때문에 충분히 과학자가 될 수 있고 과학을 좋아하는 마음만 있다면 그렇지 못할 이유는 없을 것이라고 생각한다. (수업 후 조사지, 이수정)

과학에 흥미도 있고 좋아하고 한 가지 일에 몰입하는 걸 좋아하니까? (수업 후 조사지, 황하정)

본 연구에서 이루어진 프로그램을 통해 과학자를 희망하거나 과학에 관심을 가졌던 참여 학생들은 자신감을 가지게 되었다. 학생들에게 과학 지식을 가르치지 않아도 과학자가 되는 길을 보여줄 수 있는 가능성을 제시한 것이다. 과학자가 되려면 과학 지식이 많아야 한다는 것은 학생들도 알고 있다. 그러나 자신 앞에 놓여 있는 성적만을 고려하면 자신감이 저하되고 과학자라는 직업이 너무 높고 멀게 느껴진다. 과학자 삶의 이야기를 통해 학생들은 과학자도 나와 다르지 않음을 알게 되었고, 선천적으로 타고난 것이 많은 것만 같았던 과학자들도 나와 비슷하다는 점을 알게 되며 과학하는 과정에 들어가는 벽이 조금 낮아졌다. 학생들은 이 경험을 토대로 나와 닮은 과학자 상을 그리고 과학에 대한 자신감도 갖게 된 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학자의 다양한 이미지를 학습자에게 제공하기 위해 ‘과학사 에피소드’를 활용한 교육 프로그램을 개발했다. 프로그램 참여 전후 학습자는 과학자에 대해 어떤 이미지를 갖게 되었는지 살펴 보았으며 학습자의 과학 진로가 어떻게 달라졌는지 살펴보았다. 또한 본 연구에 참여한 학습자에게 생긴 의미 있는 변화도 파악했다. 기존의 과학 교육에서 등장하는 과학자의 모습은 과학적 업적 위주의 위인이었고, 과학자의 사적 에피소드는 드러나지 않았다. 과학 교육의 목표가 인지적 측면에 집중되어 있는 한 과학 교육에 도입하는 과학사 내용은 주로 과학적 탐구 과정이나 지식 습득에 도움을 주는 새로운 소재로서의 역할을 하게 된다. 그러나 과학적인 영역과 인문학적 영역에 공통으로 포함되는 과학사 내용은 과학 교육의 소재 중 정의적 영역 교육에 활용하기에 적합한 소재다. 특히, 과학자의 인간적 측면이 드러난 에피소드를 활용함으로써 과학 교육에서 접근할 수 있는 정의적 영역에 대한 교육의 활용성은 더 커질 수 있다.

과학적이면서도 인문학적 요소가 많은 과학사 내용이 가지는 본질적 가치에 비해 그간 과학 교육에서 활용되어 온 과학사의 내용은 매우 제한적이었다. 본 연구에서 개발한 ‘희로애락(喜怒哀樂)’ 프로그램에서 드러난 과학자의 실제 인생은 학생들이 경험하고 있는 삶과 크게 다르지 않다. 학습자는 과학자의 업적 뒤에 가려진 인간으로서의 삶의 모습을 보며 자신도 과학을 할 수 있다는 자신감과 더불어 과학자에 대한 새로운 이미지를 형성하게 되었다. 차갑고 이성적인 이미지를 기쁜 일에 웃고 슬픈 일에 우는 ‘자신들과 유사한’ 이미지로 변화하게 된 것이다. 이렇게 과학자에 대한 이미지를 변화시킴으로써 과학에

대한 선입견, ‘과학은 어렵다’, ‘나는 과학자가 될 수 없다’ 등 학생들이 가지고 있는 과학에 대한 무력감을 감소시키는데 도움이 되었다.

과학자의 이미지를 개선하기 위해 과학자와 직접 만나 함께 프로젝트하기, 온라인으로 연락 주고받으며 상호 작용하기, 과학 잡지나 기사 읽기 등을 활용할 수 있다. 과학자와 직접 만나는 것은 학생들에게 과학 학습에 대한 동기를 주고 과학자에 대한 고정 관념을 벗어날 수 있는 좋은 기회가 될 수 있다. 그러나 현실적으로 학생들이 과학자를 직접 만나는 것은 쉽지 않다. 이런 점에서 과학자의 인간적 측면이 드러난 에피소드를 활용하여 사·공간적 한계를 초월해 쉽고 편하게 과학자와 공감대를 형성할 수 있다. 과학 업적으로만 익숙한 갈릴레이, 뉴턴, 아인슈타인을 인간적으로 경험하고 그들의 삶의 이야기를 간접적으로 이해할 수 있는 것이다.

프로그램에 참여한 학생들은 연구진이 구성한 과학자 삶의 이야기를 접했다. 하지만 학습자 스스로 과학사에 나오는 과학자 에피소드를 찾아 과학자의 다양한 측면을 알아가는 것도 권장할 만하다. 과학자에 대해 조사하는 과정에서 알지 못했던 다양한 에피소드에 우연히 접근하게 되면서 과학과 과학자의 참모습을 만날 것이다. 다만, 과학자를 다룬 많은 자료들이 대부분 위인적 측면만을 강조하고 있어 학생들이 과학자의 과학적 업적, 연대기식 정보는 많아도 과학자의 인간적 측면이 드러나는 에피소드를 찾기는 쉽지 않다는 점에서 교사의 자료 수집의 중요성이 더 부각된다.

본 연구에서 강조한 과학자의 희로애락을 경험한 프로그램이 모든 학생들, 특히 이미 과학에 대해 큰 관심과 흥미를 보이는 학생들에게 최선의 것은 아닐 수도 있다. 그러나, 그런 학생들도 본 프로그램을 통해 과학자들의 과학자에 대한 이미지를 다양화할 수 있게 될 것이라고 기대한다. 과학에 대해 흥미가 있어 학습하는 학생들이던 그렇지 못한 학생들이던 과학이나 과학자의 단편적 측면만을 이해하기보다는 과학도 인간이 하는 일이라는 측면을 이해할 필요는 있다. 이와 같이 학생들이 과학의 딱딱한(hard) 측면과 더불어 부드러운(soft) 측면을 함께 이해함으로써 과학자의 과학 활동을 총체적이고 맥락적으로 바라볼 수 있게 될 것이다. 이로써 더 많은 학생들이 과학과 과학자에 대한 지지를 보낼 수 있는 과학적 소양을 갖추게 될 것이기 때문이다.

국문요약

본 연구에서는 학생들이 과학과 과학자에 대한 이미지를 다양화하기 위해 과학자들의 인간적인 면이 드러난 에피소드를 활용한 ‘과학자의 희로애락 프로그램’을 개발해 학생들의 반응을 파악했다. 과학자의 다양한 이미지를 학습자에게 제공함으로써 과학자에 대한 이미지가 어떻게 다양해졌는지, 자신의 과학 학습과 진로에 어떻게 영향을 주었는지 살펴보았다. 프로그램은 과학자의 희로애락 관련 총 5개 주제, 10차시로 구성되었고, 20명의 고등학생들이 참여했으며 이 중 5명의 수업 전후 조사지, 수업 중 상호 작용, 활동지 자료, 면담 자료, 수업 현장 노트 등을 심층 분석했다. 과학자의 인간적인 면을 나타내는 수업의 흐름은 먼저 과학자에 대한 이미지 떠올리기, 과학사 에피소드 읽기, 과학자의 인간적 측면 탐색하기, 과학자의 상황 공감하기, 과학자의 인간적 측면 평가하기 등의 단계로 구성되었다. 프로그램에 참여한 학생들은 과학자도 감정을 가진 평범한 사람이라는 것을 알게 되었고,

과학자에게 친밀감을 느끼게 되었으며, 과학자가 될 수 있다는 자신감도 갖게 되었다. 학생들이 과학자의 다양한 측면을 이해하게 됨으로써 과학과 과학자에 대해 더 큰 지지를 보낼 수 있는 과학적 소양을 갖추게 될 것으로 기대된다.

주제어 : 과학자 에피소드, 프로그램, 과학자의 다양한 이미지

References

- Ahn, B. H. (2005). The characteristics of character education in US schools. *Institute of Human sciences*, 13(1), 133-169.
- Baek, S. H. (2005). Science-How can Mendel find the law of heredity on peas? Educational Broadcasting System. Retrieved May 1. 2012, from http://home.ebs.co.kr/reViewLink.jsp?command=vod&client_id=home1993&menu_seq=3&enc_seq=1171280&out_cp=naver.
- Bardoe, C., & Smith, J. (2010). Gregor Mendel. (Kim. S. O, Trans.). Seoul: Brat Mir[개구쟁이이미지]. (Original work published 2007)
- Barman, C. R. (1997). Completing the study: High school students' views of scientists and science. *Science and Children*, 36(7), 16-21.
- Barman, C. (1999). Students' views about scientists and school science: Engaging K-8 teachers in a national study. *Journal of Science Teacher Education*, 10(1), 43-54.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotyped images of the scientists: The draw-a-scientist-test. *Science Education*, 67(2), 255-265.
- Choi, C. I., Yeo, S. I., & Woo, K. W. (2005). Analysis of the contents of science history introduced into chemistry 2 textbooks based on the 7th curriculum. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(7), 820-827.
- Choi, J. W., Nam, J. H., Ko, M. S., & Ko, M. R. (2009). Development middle school students' understanding of the nature of science through history of science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(2), 221-239.
- Farland-Smith, D. (2009). Exploring middle school girls' science identities: Examining attitudes and perceptions of scientists when working "side by side" with scientists. *School Science and Mathematics*, 109(7), 415-427.
- Finson, K. D., Beaver, J. B., & Craomnd, B. L. (1995). Development and field test of checklist for the draw-a-scientist test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195-205.
- Fort, D. C., & Varney, H. L. (1989). How students see scientists: Mostly male, mostly white and mostly benevolent. *Science and Children*, 26(8), 8-13.
- Hong, Y. N. (2011). Gregor Mendel-Mendel's laws. NaverCast. Retrieved May 1. 2012, from http://navercast.naver.com/contents.nhn?contents_id=7017.
- James, R. I. (1971). The role of history in science teaching. *School Science and Mathematics*, 71(7), 601-614.
- Kang, K. H., & Hur, H. (2005). The effects of instruction using science history on science achievement and attitude of middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(7), 76-772.
- Kang, S. J., Kim, Y. H., & Noh, T. H. (2004). The influence of small group discussion using the history of science upon students' understanding about the nature of science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(5), 996-1007.
- Katja, D. (2009). Katharina Kepler. die jagd auf die mutter des groben astronomen. (Kang. M. H, Trans.). Seoul: Jaem&Moeum Publishing [자음과모음]. (Original work published 2000).
- Kemp, M. (2001). Spiritual shapes: Ernst Haeckel's 'art forms in nature'. *Nature*, 413, 460.
- Kim, K. S., Noh, J. A., Seo, I. H., & Noh, T. H. (2008). The effects of explicit and reflective instruction about nature of science using episodes from the history of science in "composition of material" unit of middle school science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(1), 89-99.
- Kim, K. Y., & Yang, S. H. (1997). Historical teaching of science: Propose a method for teaching science. *Journal of Science education*, 14(1), 93-114.
- Kim, S. H. (2011). The Da Vinci of Chef who made strange food. Seoul News. Retrieved April 28, 2012, from <http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20110521017005>.
- Kim, S. J., & Han, Y. W. (2006). Preliminary school students' conceptual change of the seasonal change through the instructional module based upon the science history materials. *The Research of Science Education*, 31(1), 41-56.
- Lee, B. W., & Shin, D. H. (2011). Professionals' opinion of science education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(1), 815-826.
- Ma, C. (2005). The great wisdom of 45 Nobel Laureates. (Kang. K. E. Trans.). Gyeonggi: Chungnyeun-chungshin[청년정신].
- Matthews, M. R. (1998). How history and philosophy in the U.S., science education standards could have promotes multidisciplinary teaching. *School Science and Mathematics*, 98(6), 285-293.
- National Science Board. (2002). Science and Technology: Public attitudes and public understanding. Retrieved May 1. 2012, from <http://www.nsf.gov/statistics/seind02/c7/c7h.htm>.
- National Science Foundation (2002). Science and technology. In *Indicators 2002*, <http://www.nsf.gov/statistics/seind02/c7/c7h.htm>.
- O'Maoldomhnaigh, M., & Hunt, A. (1998). Some factors affecting the image of a scientist drawn by older primary school pupils. *Research in Science and Technological Education*, 6(2), 159-166.
- Oh, I. J., & Kim, Y. G. (2011). The effect of instruction from the application of the history of science on the correction of misconception and academic achievement for combustion in elementary school students. *Journal of Elementary Education*, 26(1), 185-208.
- Oh, J. G. (2002). Scientists breaking the rules: Their honor and hardship. Seoul: Chunpa Science Publishing[전파과학사].
- Oh, J. G. (2006). Scientists 360. Seoul: Chunpa Science Publishing[전파과학사].
- Ohm's law. (2009). Ateliersarange Jangnangamgagae. Retrieved May 1. 2012, from <http://atelierace.egloos.com/v/2452037>.
- Park, D. E. (1997). Scientists of the world 18. Seoul: Kago[가교].
- Paik, S. H., & Jo, Y. J. (2006). Analysis of high school students' viewpoints based on science history about motion of objects. *Journal Korean Association Research Science Education*, 26(3), 317-329.
- Rahm, J., & Charbonneau, P. (1997). Probing stereotypes through students' drawings of scientists. *American Journal of Physics*, 65(8), 774-778.
- Robin, M. H. (2006). The monk in the garden: The lost and found genius of Gregor Mendel (Ahn. I. H, Trans.). Seoul: ScienceBooks. (Original work published in 2001)
- Saldana, J. (2009). The coding manual for qualitative researchers. SAGE Publications.
- Schibeci, R. A. (1986). Image of science and scientists and science education. *Science Education*, 70(2), 139-149.
- Shelagh, R., Jonathan. R. (2011). Notas de cocina de Leonardo da Vinci (Kim. H. C, Trans.). Seoul: Village with Books[책이있는마을]. (Original work published 2007)
- Shin, D. H., & Shin, H. Y. (2012). Development of a teaching-learning model for science ethics education with history of science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(2), 346-371.
- Sung, Y. G. (2004). Review article: George Sarton's view of the history of science and humanism. *The Korean Journal for the History of Science*, 35(1), 203-224.
- Turkmen, H. (2008). Turkish primary students' perception about scientist and what factors affecting the scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(1), 55-61.

Wallace Hume Carothers. (n.d.). Deutsches-Kunststoff-museum. Retrieved May 1, from <http://www.deutsches-kunststoff-museum.de/en/all-about-plastic/inventor/wallace-hume-carothers-polyamid-1/>.

Wang, H. A., & David, D. M. (2002). Science instruction with a humanistic twist: Teachers' perception and practice in using the history of science in their classrooms. *Science and Education*, 11(1), 169-189.