creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학석사 학위논문

과학적 모형 구성 수업에서 드러난 교사 행위주체성 이해

Understanding the Emergence of Teacher Agency in Scientific Modeling Classes

2022년 2월

서울대학교 대학원

과학교육과 생물전공

윤 선 미

과학적 모형 구성 수업에서 드러난 교사 행위주체성 이해

Understanding the Emergence of
Teacher Agency
in Scientific Modeling Classes

지도교수 김 희 백

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2021년 12월

서울대학교 대학원
과학교육과 생물전공
윤 선 미

윤선미의 석사 학위논문을 인준함
2022년 1월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

교사는 누군가에 의해 정해진 것을 그대로 전달하는 존재가 아니라는 점에서 교실에서의 실질적 변화를 위해서는 능동적 행위자로서 교사의 실행을 깊이 있게 이해해야 할 필요성이 강조되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 교사가 학생들의 지식 구성 과정 참여가 강조되는 새로운 교수·학습 방법으로서 과학적 모형 구성 수업을 설계하고 실행 및 성찰하는 과정에서 어떠한 행위주체성을 발현하며, 이러한 행위주체성이 어떠한 맥락에서 발현되었는지 탐색하였다. 중학교 3학년 '생식과 유전' 단원에서 6회의 모형 구성 수업을 진행하고, 교사의 모형 구성 수업 관찰, 모형 구성 수업 전·후의 협력적 성찰, 교사와의 반 구조화된 심층 면담, 교사가 제작한 수업 자료를 수집하여 분석하였다.

연구 결과, 교사는 모형 구성 수업을 위해 학생들에게 주도권을 넘겨주는 방향으로 자신의 실행에서 변화가 필요함을 인식하였다. 그러나 처음에는 과감하게 수업에서의 변화를 시도하기보다는 학생들에게 단계적인 안내와 지원을 제공하는 방향으로 모형 구성 수업을 재구성하여 실행하는 행위주체성을 발현하였다. 이는 학생이 주체가 되는 수업으로의 변화에 대한 교사의 목표와 교사 중심의 설명식 수업을 필요로 하는 교실 문화에 대한 경험 사이에서 협상한 결과였다. 그러나 이후에는 학생들이 주체적으로 참여할 수 있는 모형 구성 수업을 주도적으로 설계하고 실행하는 행위주체성을 발현하였다. 이러한 행위주체성은 교사가 추구하는 교육적 가치와 목표, 협력과 소통의 상호작용 속에서 발현되었다. 교사가 추구해 온 교육적 가치 즉, 모든 학생들이 쉽고 즐겁게 참여할 수 있는 과학 수업을 만드는 것은 교사가 자신의 학생들에게 적합한 모형 구성 수업을 주도적으로 설계하고 실행하는 행위주체성을 발현하는 도화선이 되었다. 협력적 성찰은 교사로 하여금 스스로의 실행을 점검하고 감독할 수 있는 기회로 작용함으로써 자신의 목표에 따라 수업 변화를 시도하는 의도적이고 주체적인 실행의 발판이 되었다. 또한 실행에 대한 성찰은 교사가 모형 구성 수업의 의미와 가치를 받아들이고 자신감을 얻

을 수 있도록 함으로써 위험을 감수하고 모형 구성 수업을 위한 변화를 시도하는 행위주체성의 발현을 지원하였다. 본 연구의 결과는 교실에서의 실질적인 변화를 위한 능동적 행위자로서 교사 행위주체성의 발현을 지원하고자 하는 연구에 시사점을 제공할 수 있다.

주요어 : 교사 행위주체성, 과학적 모형 구성, 협력적 성찰
학 번 : 2020-25291

목 차

제 1 장 서론 ····· 1
1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구의 목적 및 연구 문제 ····· 5
3. 연구의 제한점 ····· 6

제 2 장 이론적 배경 ····· 7
1. 과학적 모형 구성 ····· 7
2. 교사 행위주체성 ····· 10
3. 협력적 성찰 ····· 14

제 3 장 연구 방법 및 절차 ····· 16
1. 연구 참여자 ····· 16
2. 모형 구성 수업의 설계 및 수업 과정 ····· 17
3. 협력적 성찰 ····· 21
4. 자료 수집 ····· 23
5. 자료 분석 ····· 24
5.1. 모형 구성 수업에서 드러난 교사 행위주체성 분석 ····· 24
5.2. 교사 행위주체성의 발현 맥락 분석 ····· 27

제 4 장 연구 결과 및 논의 ····· 29
1. 모형 구성 수업에서 드러난 교사 행위주체성 ····· 29
1.1. 수업의 재구성 : 모형 구성을 위한 단계적 지원 ····· 29
1.2. 더 많은 학생들의 참여를 위한 모형 구성 수업의 주도적 설계

와 실행 ····· 35
2. 교사 행위주체성의 발현 맥락 ····· 43
2.1. 교사의 경험과 모형 구성 수업의 충돌로 인한 긴장 ····· 43
2.2. 수업에 대한 교사의 불만족 ····· 48
2.3. 모형 구성 수업의 의미와 가치 인식 ····· 50
2.4. 협력과 소통을 통한 비판적 성찰 ····· 56

제 5 장 결론 및 제언 ····· 59
참고문헌 ····· 62
Abstract ····· 71

표 목 차

[표 1] ‘생식과 유전’ 단원 차시 별 수업내용 및 수업형태 …… 20
[표 2] 교사 행위주체성 분석 틀 …… 26

그 림 목 차

[그림 1] 교사가 제안한 디딤 질문 …… 33
[그림 2] 교사의 의견을 바탕으로 수정된 최종 활동지 …… 33

제 1 장 서 론

1. 연구의 필요성

교사의 실행을 깊이 있게 이해하기 위한 개념으로서 '교사 행위주체성'이 주목받고 있다. 교사 행위주체성이란 교사가 자신이 위치한 맥락 내에서 능동적으로 행위하는 능력으로(Tao & Gao, 2017), 교사 전문성의 주요 요소이자 학교 교육 개선의 기본이다(Charteris & Smardon, 2015). 교사는 누군가에 의해 정해진 것을 그대로 전달하고 실행하는 존재가 아니라는 점에서 교사의 주체적이고 능동적인 의사결정과 실천을 이해해야 할 필요성과 함께 교사 행위주체성의 중요성이 강조되고 있다(소경희 & 최유리, 2018). 행위주체성에 대한 생태학적 관점에 따르면, 행위주체성은 개인의 고유한 능력이라기보다는 개인의 역량과 개인이 놓인 상황적 맥락 사이의 상호작용을 통해 발현되는 현상이다(Biesta *et al.*, 2015; Priestley *et al.*, 2012). Biesta & Tedder(2006)는 행위주체성이 개인의 역량과 환경적 조건이 '과거로부터의 영향', '미래 목표를 향한 지향', '현재 위치한 맥락에서의 참여'와 같은 시간적 차원 속에서의 유기적 상호작용을 통해 발현되는 것으로 개념화한 생태학적 관점을 발달시켰다. 이후 Priestley *et al.*(2015)은 이러한 생태학적 관점을 발전시켜 행위주체성의 성취를 반복적(iterational), 실천적-평가적(practical-evaluative), 투영적(projective) 차원을 포함한 시간-관계적 현상으로서 이해하는 개념적 모델을 제시하였으며 이후 Leijen *et al.*(2020)은 이 모델을 더욱 발전시킨 행위주체성의 형성 모델을 제시하였다. 이 모델에서 행위자는 과거의 경험, 신념, 가치 등과 미래에 대한 목표로부터 영향을 받아 현재의 상황을 인식하고 해석하며, 이를 바탕으로 여러 대안 중에서 선택하는 의사결정을 통해 행위주체성을 성취한다. 즉, 행위주체성에 대한 생태학적 접근은 교사의 실행을

이해함에 있어 교사의 개인적인 역량뿐 아니라 교사가 경험하고 인식한 과거, 현재, 미래의 다양한 요소들 사이의 상호작용을 살펴볼 수 있도록 하며 이를 바탕으로 세 가지 차원이 교사 행위주체성의 발현에 어떻게 기여하였는지를 설명함으로써 교사의 실행을 둘러싼 복잡하고 역동적인 과정을 이해하는데 유용한 시각을 제공한다.

교사 행위주체성과 관련한 연구는 국내에서 최근 들어 증가하고 있지만 대부분 문헌 탐색 및 개념 고찰을 다루고 있으며(김정윤, 2019; 소경희 & 최유리, 2018; 이성회, 2017), 학교 변화의 궁극적 목적이라 할 수 있는 학생의 배움과 관련하여 실제 수업에서의 변화를 들여다본 연구는 거의 없다.

한편, 과학 수업이 지식을 전달하는 형태에서 벗어나 과학 지식의 구성 과정에 학생들을 참여시키는 형태로 변화해야 한다는 요구가 꾸준히 있어왔다(Driver *et al.*, 2000; Duschl, 2008). 과학적 모형 구성(Scientific Modeling)은 학생들이 모형을 구성하고 평가, 수정하는 과정에서 과학자 공동체 안에서 이루어지는 과학 지식의 구성 과정을 직접 경험할 수 있는 과학의 핵심적 실행으로 제안되었다(Duschl, 2008; Lehrer & Schauble, 2006). 과학적 모형이란 자연현상을 추상화하고 단순화한 표상이자 자연현상을 설명하거나 예측하기 위해 구성한 설명 체계이며, 과학적 모형의 평가와 수정을 통해 모형을 발달시켜 나가는 과정을 과학적 모형 구성이라 한다(Harrison & Treagust, 2000; Windschitl *et al.*, 2008). 과학적 모형을 구성해 나가는 과정을 통해 학생들은 과학 지식에 대해 더 잘 이해할 수 있을 뿐만 아니라 증거를 기반으로 모형의 설명력을 높이는 과정에서 과학적 추론 능력이 발달하고, 모형을 바탕으로 한 의사소통을 통해 합의에 이르는 과정에서 과학 지식에 대한 인식론적 이해를 높일 수 있다(Harrison & Treagust, 2000; Justi & Gilbert, 2003; Windschitl *et al.*, 2008). 이에 따라 국내 과학 교육에서도 과학적 모형 구성의 중요성이 강조되고 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서는 새로운 과학 지식의 의미를 구성해 가는 능력을 과학적 탐구 능력이라

명시하고, 과학 교과의 성격을 과학적 탐구 능력을 함양하기 위한 교과로 소개하고 있다. 이와 함께 다양한 탐구 중심의 학습을 통한 과학과 핵심 역량의 함양을 강조하고 있는데 특히 교수·학습 및 평가 방법에서 과학적 모형 및 모형 구성의 활용을 제안하고 있다(교육부, 2015). 그러나 수업 변화에 대한 이러한 요구와 강조에도 불구하고 많은 교실에서는 여전히 교사의 설명식 수업이 표준으로 남아 있다.

과학적 모형 구성과 관련하여 교사를 대상으로 한 국내 연구들은 주로 교사의 지식과 이해에 초점을 맞추어 왔다(강남화, 2017; 엄장희 & 김희백, 2020; 조은진 *et al.*, 2017). 하지만 교사가 모형 구성에 관한 지식과 이해를 가지고 있다고 해서 그것이 반드시 실행으로 이어지는 것은 아니다. 교사가 생각하는 학생들의 능력, 제한된 수업 시간, 과학 교육과정에서 다루어야 하는 내용 등에 대한 교사의 신념과 태도는 교사가 자신의 수업에서 모형 구성 활동을 계획하고 적용하는데 영향을 미친다(강남화, 2017; Guy-Gaytán *et al.*, 2019). 따라서 교사의 수업 실행을 교사 개인의 능력에만 초점을 두고 보는 것은 충분치 않을 수 있으며 교사의 수업 변화를 지원하기 위해서는 능동적 행위자로서 교사의 실행을 보다 깊이 있게 이해할 필요가 있다.

한편 협력적 성찰은 활동에 관여하는 여러 관계자들이 함께 모여 서로의 경험을 공유하고 논의하는 과정으로, 서로의 관점에 대한 이해를 바탕으로 한다(Martin, 2006). 다른 사람과의 성찰은 서로 다른 관점이나 인지적 갈등에 직면할 기회를 제공함으로써 개인적 성찰보다 더욱 효과적으로 자신의 아이디어 및 사고에 대해 반성할 수 있는 사회적 맥락을 제공할 수 있다(Lee, 1999). 교사는 비판적 성찰의 과정에서 자신의 신념이나 가치를 바탕으로 새롭게 도전하고 자신의 실천을 둘러싼 교수 맥락을 조정하면서 행위주체성의 성취를 강화할 수 있으며(김정윤, 2019; Leijen *et al.*, 2020), 성찰을 통해 교사가 자신의 교실 데이터를 검토하고 교수 실행을 위한 결정을 내리는 과정은 교사의 실행을 둘러싼 복잡성을 다룸과 동시에 교사의 행위주체성 발현에 영향을 미치는 다양한 요인들을 들여다볼 수 있는 사이트가 될

수 있다(Charteris & Smardon, 2015). 또한 최근의 많은 연구들에 따르면 동료와의 대화, 협력, 피드백 등은 교사 행위주체성을 지원하고 촉진할 수 있다(Buxton *et al.*, 2015; Charteris & Smardon, 2015; McNicholl, 2013).

따라서 본 연구에서는 학생들의 지식 구성 과정 참여가 강조되는 새로운 교수·학습 방법으로서 과학적 모형 구성 수업을 실행하고 성찰하는 과정에서 교사는 어떠한 행위주체성을 발현하여 자신의 수업을 능동적으로 실행해 나가는지 이해하고자 하며, 이를 통해 교사가 주체가 되는 수업 변화를 위한 행위주체성의 발현을 지원하는 방안을 모색하는데 기여하고자 한다.

2. 연구의 목적 및 연구 문제

본 연구는 새로운 교수·학습 방법으로서 과학적 모형 구성 수업에서 교사가 어떠한 행위주체성을 발현하여 자신의 수업을 실행해 나가는지 이해하는 것을 목적으로 한다. 이에, 학생들이 주체가 되어 과학 지식의 구성 과정을 직접 경험하게 할 수 있는 핵심적 실행인 과학적 모형 구성 수업을 교사와 함께 설계 및 성찰하고 교사의 모형 구성 수업 실행을 관찰하였다. 그리고 이 과정에서 나타난 교사 행위주체성과 이러한 교사 행위주체성이 발현된 맥락을 탐색함으로써 교사 행위주체성 이론에 대한 이해를 넓히고, 교실에서 교사가 주체가 되는 실질적인 변화를 지원하기 위한 방안을 탐색하는데 기여하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 새로운 교수·학습 방법으로서 과학적 모형 구성 수업에서 교사는 어떠한 행위주체성을 보이는가?

둘째, 교사 행위주체성은 어떠한 맥락에서 발현되었는가?

3. 연구의 제한점

본 연구는 모형 구성 수업을 설계하고 실행하는 과정에서 드러나는 교사 행위주체성을 이해하고자 6개 차시의 과학적 모형 구성 수업을 교사와 함께 설계 및 성찰하고 이에 대한 수업 실행을 관찰하였다. 이 과정에서 본 연구는 다음과 같은 제한점을 가진다.

첫째, 본 연구는 과학적 모형 구성 수업에 대한 경험이 없는 한 명의 교사만을 대상으로 과학적 모형 구성 수업에서 나타난 행위주체성을 분석하였다. 교사의 수업 실행은 수업을 실행하는 교사나 참여 학생들을 비롯한 수업 상황에 따라 다르게 나타날 수 있다. 본 연구에서는 연구의 결과를 다른 교사들에 대해 일반화하기보다는 다양한 자료를 바탕으로 한 풍부한 기술을 통해 현상을 더욱 구체적으로 설명하는 데 의의를 두었다.

둘째, COVID-19로 인한 방역 지침으로 인해 수업이 이루어진 학교에 연구자가 직접 방문할 수 없었기 때문에 교사의 수업 관찰은 실시간 화상 회의 프로그램인 ZOOM을 활용하여 원격으로 이루어졌다. 따라서 교실 수업 상황에서 카메라에 포착되지 않은 교사-학생 상호작용이 있을 수 있고 이에 대해 다루지 못하였다는 제한점이 있다.

셋째, 교사의 수업 전문성 발달 및 수업 실행의 변화는 다양한 요인들이 관여하고 긴 시간 동안 복잡한 과정을 거쳐 이루어지는데 비해 본 연구에서는 6주간의 수업 관찰과 협력적 성찰을 통해 드러난 것을 바탕으로 해석하였다. 따라서 장기적인 관점에서 교사의 모형 구성 수업 실행이 어떻게 나타나는지 확인하지 못하였다는 제한점이 있다.

제 2 장 이론적 배경

1. 과학적 모형 구성

과학자들은 자연현상을 탐구하고 이에 대한 설명을 만드는 과정에서 모형을 개발하고 사용한다. 과학적 아이디어는 그것을 구체화하는 모형을 통해 힘을 얻으며, 모형 간의 경쟁과 모형의 수정 과정을 통해 과학 이론은 변화한다. 따라서 모형을 만들고, 평가하고 수정하는 것은 과학적 탐구의 본질로 여겨진다(Lehrer & Schauble, 2006; Passmore *et al.*, 2009).

과학 교육계에서는 과학을 배우기 위해 학생들이 무엇을 알아야 하는가(need to know)에 초점을 맞추던 전통적 관점에서 벗어나 무엇을 해야 하는가(need to do)에 초점을 맞춘 새로운 관점의 필요성을 제안하였다. 이와 함께 학생들이 과학의 핵심이라 할 수 있는, 과학 지식을 구성하고 평가하는 능력을 기를 수 있는 활동에 실질적으로 참여할 수 있도록 해야 함을 강조해왔다(Duschl, 2008).

과학적 모형 구성은 학생들이 과학 지식의 사회적 구성 과정을 직접 경험하게 할 수 있는 핵심적 실행으로 제안되었다(Lehrer & Schauble, 2006). 과학적 모형(Scientific Model)이란 자연현상이나 과정의 주요 특징에 초점을 맞춤으로써 시스템을 추상화하고 단순화한 표상으로, 과학적 모형은 현상의 주요 특성들을 분명하게 가시화시킴으로써 과학적 설명과 예측을 생성하는 데 사용된다(Harrison & Treagust, 2000; Schwarz *et al.*, 2009). 이러한 과학적 모형을 만들어 가는 과정을 과학적 모형 구성(Scientific Modeling)이라 한다. Clement(1989)는 학생들의 모형 구성 과정이 모형을 생성(Generation)하고, 평가(Evaluation)하고, 수정(Modification)하는 과정이 반복되는 GEM cycle을 통해 이루어진다고 제안하였다. 모형의 생성 단계에서 학생들은 기존에 자신이 가지고 있던 개념들을 바탕으로 자연현상에 대한 초기 모

형을 생성하며, 평가 단계에서는 초기 모형이 실제 자연현상을 잘 설명할 수 있는지 평가한다. 그리고 수정 단계에서는 평가한 내용을 바탕으로 초기 모형을 수정한다. 즉, GEM cycle은 모형의 평가와 수정을 통해 그 복잡성과 정교함이 증가되어 나가는 모형의 구성 과정을 나타낸다.

모형을 구성하는 과정에서 학생들은 과학적 탐구의 핵심이 정답을 찾는 것이 아님을 알게 되고, 교과서나 교사가 제시한 질문에 대한 정확한 답을 찾는 데에만 노력을 기울이기보다는 스스로 가치 있는 질문을 제시하고, 평가하고, 추구하는 방법을 배울 수 있다. 또한 자신의 모형을 개발하고, 동료들과 함께 서로의 모형을 평가, 수정하는 협력적 모형 구성 과정에 참여함으로써 스스로를 지식 구성 과정의 기여자로 여길 수 있다. 뿐만 아니라, 일반적으로 받아들여지는 과학적 모형이 자신이 경험한 모형 구성 과정과 유사한 과정을 통해 사회적으로 구성되었음을 인식함으로써 과학의 본성에 대해 더 잘 이해할 수 있다(Lehrer & Schauble, 2006; Schwarz *et al.*, 2009).

학생들이 과학적 모형 구성에 생산적으로 참여할 수 있도록 지원하는 교사의 역할은 중요하다(Vo *et al.*, 2015; Windschitl *et al.*, 2008). 그러나 많은 교사들에게 모형 구성 수업은 어려운 과제이다. 학생들이 모형 구성에 생산적으로 참여하는 것을 촉진하기 위해서는 단순한 hands-on 활동을 강조하는 학습 환경으로부터 모형을 기반으로 한 의사소통 과정을 통해 아이디어의 향상을 경험할 수 있는 학습 환경으로의 전환이 필요하다(Windschitl *et al.*, 2008). 그러나 학생들의 토론과 의사소통을 중심으로 한 수업은 교사 주도의 내용 전달식 수업에 비해 많은 시간을 필요로 하기 때문에 많은 교사들은 과학적 모형 구성 수업을 시도함에 있어 제한된 수업 시간 내에 내용을 다루어야 한다는 압박감과 학생들을 사고 실행에 참여시키고자 하는 목표 사이에서 긴장을 겪는다(Nunez-Oviedo & Clement, 2020). 또한 교사는 모형 구성이 어떻게, 왜 학생들의 학습을 지원하는지에 대한 깊은 이해가 있을 때 학생들의 실질적 참여를 촉진할 수 있다(Vo *et al.*, 2015).

과학적 모형 구성과 관련하여 교사에 초점을 맞춘 연구들은 주로 교사의 지식과 이해에 초점을 맞춰 왔다(강남화, 2017; 조은진 *et al.*, 2017; 조혜숙 *et al.*, 2017; Justi & Van Driel, 2005; Oh & Oh, 2011; Vo *et al.*, 2015;). Oh & Oh(2011)는 선행 연구들을 바탕으로 과학 교사가 수업에서 모형을 적절히 활용하기 위해 무엇을 알아야 하는지를 모형의 의미와 다양성, 모형의 변화, 모형 구성의 목적, 교실에서 모형을 사용함으로써 얻을 수 있는 이점과 같이 다섯 가지 주제로 나누어 제안하였다. Justi & Van Driel(2005)은 학생들이 과학을 배우는 데 도움을 줄 수 있는 교수 상황을 설계하고 실행하는 데 있어 교사 지식의 중요성을 강조하며 모형과 모형 구성에 관한 교사의 지식 발달을 장려할 필요성을 제안하였다. 특히 교사의 지식 발달을 위해서는 교사들이 새로운 지식을 구성하는 과정에 적극적으로 참여해야 할 필요성을 강조하며 모형 구성과 관련된 학습 활동에 교사가 직접 참여하고, 이를 자신의 실행으로 옮기는 과정에서 교사의 모형 구성과 관련된 PCK 발달이 어떻게 촉진될 수 있는지를 보여주었다.

보다 장기적인 관점에서 교사의 모형 구성에 대한 이해와 실제 수업 실행의 변화를 함께 탐색한 연구도 있다. 심수연(2020)은 교사학습공동체에 참여한 과학 교사의 과학적 모형 구성에 관한 이해와 교수 실행이 어떻게 변화해 나가는지 프레이밍의 관점에서 탐색하였다. 교사는 교사학습공동체에서 학생들의 설명과 추론을 분석하고, 학생들의 모형 구성을 지원할 수 있는 교수 실행을 구체화시키는 활동에 참여하면서, 처음에는 모형 구성을 단순히 활동지에 정답을 채워 넣는 활동으로 프레임하던 것에서 후반부로 갈수록 학생들이 협력을 통해 자연현상에 대한 설명을 구성하는 과정으로 프레임이 변화하였음을 보여주었다.

2. 교사 행위주체성

2.1. 행위주체성

행위주체성(agency)은 다양한 이론적 체계를 바탕으로 논의되어 왔으나 여전히 명확한 정의가 부재하며 다양하고 추상적인 개념으로 사용되고 있다(소경희 & 최유리, 2018; Priestley *et al.*, 2012). 행위주체성에 대한 개념화에 있어 최근에는 시간적 흐름에 따른 개인과 맥락의 유기적 상호작용을 강조한 생태학적 관점이 지지를 얻고 있다. Biesta & Tedder(2006)는 Emirbayer & Mische(1998)가 제공한 행위주체성의 개념을 바탕으로, 행위주체성을 과거-현재-미래의 세 가지 차원을 포괄한 시간의 흐름 속에서 개인과 사회적 맥락 간의 유기적 상호작용을 통해 출현하는 현상으로 개념화한 생태학적 관점을 발전시켰다. 여기서 행위주체성은 개인이 소유하는 고정된 역량이 아니라, 개인이 상황에 따라 성취하는 것으로 정의된다. 이는 행위자가 어떤 능력을 가지고 있더라도, 그들이 행위주체성을 발휘할 수 있는 것은 그들의 역량과 그들이 처한 환경적 조건과의 상호작용에 달려있다는 점을 암시하며 따라서 생태학적 관점에서는 행위주체성이 어떻게 성취되는가에 논의의 초점을 둔다(Priestley *et al.*, 2012).

2.2. 교사 행위주체성

교사 행위주체성은 행위주체성의 개념을 교사의 실행과 관련하여 이론화한 것으로 교육 현장에서 교사의 실행과, 그러한 실행이 나타나는 과정에서 교사의 의사결정을 보다 폭넓게 이해하는데 도움이 되는 개념으로 주목받고 있다(소경희 & 최유리, 2018). 개념적 모호함에 대한 지적은 여전히 존재하지만, 교사 행위주체성에 대한 논의들은 공통적으로 교사가 능동적이고 복잡하며, 다면적인 존재라는 가정에서 출발한다(김정

윤, 2019). 또한 교사 행위주체성에 관한 논의들은 교사들이 다양한 혁신의 맥락이나 도전에 직면했을 때 자신의 실천을 둘러싼 상황과 적극적으로 협상하면서 자신의 실천에 변화를 만들어내는 현상을 중심으로 이루어져 왔다(Toom *et al.*, 2015).

Priestley *et al.*(2015)은 과거, 현재, 미래라는 시간적 차원을 고려하여 행위주체성을 개념화한 Emirbayer & Mische(1998)와 Biesta & Tedder(2006)의 논의를 바탕으로 교사들이 어떻게 행위주체성을 성취하는지에 대한 개념 모델을 구성하여 제시하였다. 이 모델에서는 과거(반복적), 현재(실천적-평가적), 미래(투영적)의 세 가지 시간적 차원과 각 차원에서의 핵심적 요소들을 분석적으로 분리해 나타내었다. 반복적 차원은 교사의 생애사나 교사로서의 이력으로 구분되며, 투영적 차원은 미래에 대한 교사의 열망, 신념과 관련된 단기적, 장기적 지향으로 구분된다. 실천적-평가적 차원에서는 교사가 위치한 현재 맥락의 구성 요소들을 문화적, 구조적, 물적 측면으로 구분하였다. Priestley *et al.*(2015)에 따르면 교사 행위주체성의 성취는 이 세 가지 시간적 차원의 유기적 상호작용의 결과이며, 세 가지 차원은 항상 똑같이 작용하기보다는 교사가 놓여있는 상황적 맥락에 따라 어느 한 가지가 더 강조될 수 있다. 즉, 이 모델은 교사 행위주체성의 성취가 교사의 개인적, 전문적 일대기를 포함하는 과거의 경험으로부터 영향을 받는다는 점과 목표 및 가치로부터 영향을 받아 미래를 지향한다는 점을 강조하며, 현재의 실행은 교사가 이용 가능한 문화적, 구조적, 물적 자원과 같은 것들에 의해 지원되거나 제약될 수 있다는 점을 보여준다(소경희 & 최유리, 2018). 이러한 점을 종합해 볼 때 교사 행위주체성에 대한 생태학적 관점은 교사의 실행이 단순히 교사 개인의 능력을 드러내는 것을 넘어 여러 요인들 간의 상호 작용을 통해 일어나는 다면적이고 복잡한 과정임을 보여줄 수 있다(김정윤, 2019).

이후 Leijen *et al.*(2020)에서는 Priestley *et al.*(2015)의 생태학적 개념 모델을 더욱 발전시킨 행위주체성의 형성(formation) 모델을 제시하였다. 이 모델에서는 행위주체성의 형성을 설명할 수 있는 세 가지 시

간적 차원(반복적, 실천적-평가적, 투영적)과 이들이 서로 어떻게 연결되어 있는지를 보여줌으로써 행위주체성의 성취와 그로부터 행동이 나타나는 과정을 구체화하였다. Leijen *et al.*(2020)은 반복적 차원에서 교사의 지식, 신념, 가치와 투영적 차원에서 교사의 장·단기적 목적을 탐색해야 실천적-평가적 차원에서 교사의 인식과 해석을 이해할 수 있음을 나타내었으며(이창수, 2020), 이들의 모델에서 교사는 반복적 차원에서 얻어진 전문적 역량과 투영적 차원의 전문적 목적을 바탕으로 특정 시점의 상황을 인식하고, 해석하며, 의사 결정하는 과정을 통해 행위주체성을 성취한다.

2.3. 교사 행위주체성과 관련된 연구들

교사 행위주체성에 관한 연구들은 최근 들어 다양한 맥락에서 폭넓게 이루어지고 있다. 먼저, 교사 행위주체성의 개념을 명확히 하고자 하는 연구들이 있어왔다(Eteläpelto *et al.*, 2013; 소경희 & 최유리, 2018; 이성회, 2017). 이성회(2017)는 선행연구에서 논의된 교사학습공동체의 특성과 한계를 보완할 수 있는 개념으로 교사 행위주체성을 제시하면서, Priestley *et al.*(2015)의 교사행위주체성 개념 모델의 특징을 세 가지로 나누어 설명하였다. 이성회(2017)에 따르면, 교사 행위주체성 개념 모델은 시간을 매개로 한 유기적 설명 틀을 통해 교사가 경험하고 인식한 과거와 현재, 그리고 미래라는 세 가지 차원의 상호작용을 살펴볼 수 있게 하며, 구체적인 상황에 따라 세 차원 중 어떤 차원이 교사 행위주체성 발현에 더 크게 기여하였는지 설명할 수 있도록 함으로써 교사 행위주체성이 성취되는 과정에 대한 통합적 설명을 가능하게 한다. 두 번째로, 교사의 행위주체성을 고정된 능력이 아닌 맥락과의 상호작용을 통해 성취할 수 있는 것으로 개념화함으로써 특별한 능력을 가진 교사를 양성하기보다는 모든 교사들이 자신이 위치한 복잡한 교육적 환경 내에서 전문적 판단과 숙고를 통해 행위주체성을 성취할 수 있도록 지원하는데 관심을 두는 일상적이고 포괄적인 관점을 제공할 수 있다. 마지

막으로, 교사 행위주체성의 발현에 영향을 미치는 맥락을 구조, 문화, 물리적 측면으로 구분하여 구체적으로 제시함으로써 무엇이 교사의 실행에 있어 걸림돌로 작용하며 어떠한 맥락적 요소를 개선해야 하는지를 명확하게 보여줄 수 있다.

다음으로 행위주체성을 개념적 렌즈로 하여 교사의 실행을 들여다본 연구들이 있다(이혜경 & 김희백, 2021; Buxton *et al.*, 2015; Oliveira, 2012; Wallace & Priestley, 2017; Windschitl *et al.*, 2021). 이혜경 & 김희백(2021)에서는 COVID-19의 확산에 따라 이루어진 원격 과학 수업의 실행에서 나타난 교사 행위주체성을 포착하고 교사 행위주체성의 발현에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 탐색하였다. 이혜경 & 김희백(2021)은 교사가 스스로의 신념과 목표를 바탕으로 수업의 방식을 선택하고, 자신의 실행을 성찰하고, 개선해나가는 일련의 실행을 교사 행위주체성의 발현으로 보았으며 이를 통해 교사가 형성한 교육적 가치와 목표, 교사가 위치한 학교의 문화, 그리고 실행에 대한 지원 등에 따라 교사들이 원격 수업을 실행하는 양상이 다양하게 나타남을 보여주었다.

또 다른 연구들은 교사 행위주체성의 성취를 지원하기 위한 방안을 탐색해왔다(김정윤, 2019; 이창수, 2020; Charteris & Smardon, 2015). 김정윤(2019)은 교사 행위주체성에 대한 문헌 조사를 바탕으로 교사 행위주체성이 발현되는 환경의 주요한 요인과 이러한 환경이 어떻게 만들어질 수 있는지를 탐색하였다. 이를 바탕으로 교사들의 적극적인 행위를 이끌어내기 위한 핵심적인 지원은 교사가 자신이 가진 신념이나 가정에 대해 의문을 가지고 도전적으로 탐구할 수 있는 비판적 성찰을 위한 시공간을 마련하는 것임을 강조하였다.

3. 협력적 성찰

교사는 전문가로서 성찰을 통해 스스로의 전문성을 개발한다. 특히 다른 사람과의 성찰은 서로 다른 관점이나 인지적 갈등에 직면할 기회를 제공함으로써 개인적 성찰보다 더욱 효과적으로 자신의 아이디어나 사고에 대해 반성할 수 있는 사회적 맥락을 제공할 수 있다(Lee, 1999).

협력적 성찰은 활동에 관여하는 여러 이해 관계자들이 함께 모여 서로의 경험을 공유하고 논의하는 공동 생성적 대화(cogenerative dialogue)의 과정으로, 다른 참여자의 관점에 대한 이해를 바탕으로 한다(Martin, 2006). 학교에서의 협력적 성찰은 교사, 학생, 연구자 등 여러 참여자를 포함한 다양한 형태일 수 있으며 비판적 반성과 객관적 평가를 특징으로 한다. 협력적 성찰에서는 다양한 관점을 바탕으로 공유된 경험에서의 문제를 파악하고, 이해하며 더 나은 해결책을 공동 생성한다(Martin, 2006).

협력적 성찰은 선행 연구들에서 다양한 맥락에 적용되어 왔다. Martin(2006)에서는 교사와 학생, 그리고 대학의 연구자들이 교실에서의 경험을 공유하고, 문제를 파악하고, 변화를 위한 해결책을 공동 생성하는 구조화된 담화의 형태로 협력적 성찰을 실시하였다. 교사는 수업에 대한 학생들과의 대화에 참여함으로써 학생들이 수업에서 어려움을 느끼는 부분을 이해하고, 학생들의 학습 요구를 더 잘 충족시킬 수 있는 해결 방안을 함께 고안하는 과정을 통해 교수 학습을 개선할 수 있음을 보여주었다.

Tobin(2006)에서는 공동 교수(coteaching)의 맥락에 협력적 성찰을 도입하였다. Coteacher와 학생들이 함께 참여하는 공동 생성적 대화를 통해 서로의 교수를 경험하고 배우며, 문제를 해결하기 위한 모순과 변화를 파악할 수 있음을 보여주었다.

소집단 논변 활동의 맥락에 협력적 성찰을 도입하여 학생들이 논변 활동에 대해 더 잘 이해하고 협력적으로 참여하도록 하기 위한 지원 방안으로도 사용된 바 있다(이신영 *et al.*, 2016; 조한빛 *et al.*, 2019). 이

신영 등(2016)에서는 연구자와 소집단 학생들이 함께 협력적 성찰을 실시하였다. 여기서는 학생들이 자신들의 소집단 논변 활동을 비판적으로 바라보고 개선해 나갈 수 있도록 논변 수업 후에 수업에서 느낀 어려움, 갈등, 개선 방안 등에 대해 논의하도록 하였으며 이를 통해 학생들이 논변 활동을 위한 소집단 규범을 형성하고 논변 활동에 대한 이해를 향상시킬 수 있음을 보여주었다.

김선아 등(2015)은 과학 논변 활동 수업을 진행하는 교사와 연구자 간의 협력적 성찰과 수업 실행에서 교사의 논변 특이적 PCK의 발달을 탐색하였으며, 협력적 성찰이 교사로 하여금 자신의 수업에 대해 비판적으로 반성할 기회를 제공하였고, 이를 통해 논변 수업에서 학생들이 겪는 어려움에 대한 교사의 이해가 깊어질 수 있음을 보여주었다.

교사 행위주체성과 관련한 최근의 연구들에서는 동료와의 협력, 대화, 긍정적 피드백 등이 교사 행위주체성의 발현을 지원할 수 있음을 보여주었다(Buxton *et al.*, 2015; Charteris & Smardon, 2015; McNicholl, 2013). Charteris & Smardon(2015)은 교사가 자기 자신과 동료들의 학습에서 권위와 책임을 갖는 대화적 피드백(dialogic feedback)을 기반으로 한 반성적 대화에서 나타난 교사 행위주체성을 포착하였다. 이들에 따르면, 수업에 대한 학생들의 목소리를 듣고, 이에 대해 동료와 함께하는 반성적 대화에 참여하는 것은 교사로 하여금 학생들의 의견을 증거로 활용하여 자신의 수업을 위해 사고하고 의사결정할 수 있는 지적 공간을 제공함으로써 교사 행위주체성의 발현을 촉진할 수 있다.

제 3 장 연구방법 및 절차

1. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 서울 소재 공립 중학교에 재직 중인 경력 3년 차의 생물교육 전공 교사 1명과, 이 교사가 가르치는 중학교 3학년 2개 학급 학생들이었다. 연구 참여 교사는 서울 소재 사범대학 대학원 석사 과정에 재학 중으로, 연구가 진행되는 학기에 대학원에서 과학적 모형 구성 관련 수업을 수강하였으나 연구 참여 이전에 실제로 과학적 모형 구성 수업을 진행해 본 경험은 없었다. 또한 연구 참여에 앞서 연구자를 포함한 3인의 과학교육 연구진 및 과학교육 전문가와 함께 과학적 모형 구성에 관한 워크숍에 참여하였다. 워크숍에서는 과학적 모형 구성에 대한 교사의 이해를 높이는 것을 목적으로 과학적 모형 구성의 의미와 목적, 학생들이 모형 구성에 참여함으로써 얻을 수 있는 이점, 모형 구성 수업과 모형 활용 수업의 차이점, 모형 구성 수업에서 교사와 학생의 역할 등에 대해 선행 연구들에서 제시된 과학적 모형 구성 수업의 구체적인 사례들을 바탕으로 논의하였다.

이 교사는 학부 과정부터 중 · 고등학교 학생들을 대상으로 수업을 구상하고 진행하는 교육 봉사 동아리 활동에 꾸준히 참여한 경험이 있었고, COVID-19로 인해 갑작스럽게 원격 수업이 이루어진 2020학년도 1학기 동안 학생들의 학습 수준 및 수업 참여도에 따라 원격 수업의 형태를 지속적으로 개선해 나가는 등 수업에 대한 열의를 보였다. 또한 이 교사는 초기 인터뷰에서 처음 교사를 시작할 때의 마음가짐과 다르게 어느새 교사 중심의 지식 전달식 수업에 익숙해져 버린 스스로에 대해 느끼는 회의감을 토로하며 자신의 수업을 변화시킬 필요성과 의지를 보였다. 무엇보다 연구 과정에서 제안된 수업을 그대로 받아들여 실행하기보다는, 교수자로서 수업에 대해 적극적으로 고민하며 제안된 수업을 재구성하고 이를 바탕으로 자신의 모형 구성 수업을 실행해 나갔다. 이에 교

사의 실행과 성찰을 행위주체성의 관점에서 분석하기에 적합하다고 판단하였다.

연구가 이루어진 중학교는 학생들의 학업 성취도가 중위권에 해당하였으며 학생들의 학습 동기는 높은 편으로 학생들은 수업에 적극적으로 참여하고 교사와 친밀한 관계를 유지해오고 있었다. 연구가 이루어진 2개의 학급은 학생들의 평소 수업 참여도를 고려하여 교사가 직접 선정하였다.

2. 모형 구성 수업의 설계 및 수업 과정

연구를 위해 중학교 3학년 '생식과 유전' 단원을 총 11차시로 재구성하였다. 그중 6차시의 과학적 모형 활용 및 모형 구성 수업이 포함되었으며, 이 6회의 모형 구성 수업(Modeling Class)을 다른 수업과 구분하여 MC1~MC6으로 표시하였다(표 1). 이 6회의 모형 구성 수업에는 학생들이 자신의 생각을 표상화하는 활동과 세포 분열의 필요성을 일상에서 경험하는 다른 현상에 비유하여 설명하는 비유 만들기 활동 및 세포 분열 과정을 설명하는 글쓰기 활동이 포함되었다. 오필석 등(2007)에 따르면 어떤 사물이나 현상의 과정, 아이디어를 언어를 사용하여 읽거나 들을 수 있도록 표상한 것은 '언어-문장적 모델(verbal-sentenial model)' 에 해당하며, 어떤 대상을 그것과 유사한 다른 것의 성질이나 모습에 빗대어 표상한 것은 '유비 모델(analogical model)' 이라 할 수 있다. 또한 과학적 모형을 구성하고 증거에 기반하여 모형을 검증하는 과정은 과학자 공동체 안에서의 지식 구성 과정을 반영한다는 점에서 과학적 모형 구성 활동의 핵심이라 할 수 있다(Passmore *et al.*, 2009; Schwarz *et al.*, 2009). 표상화 활동이나 비유 만들기 활동, 글쓰기 활동 모두 학생들이 스스로의 설명을 구성하고, 이를 서로 비교하고 평가하는 과정을 포함하였기 때문에 모형 구성 수업에 해당한다고 보았다.

연구가 이루어진 2020학년도 2학기는 COVID-19의 지속으로 인해

온라인 개학이 예정되어 있었기 때문에 연구 설계 시 모든 수업은 원격 수업으로 계획하였다. 원격 수업은 실시간 화상 회의 프로그램인 ZOOM을 활용한 실시간 쌍방향 수업과, 교사가 수업 영상을 제작하여 업로드하는 콘텐츠 활용 중심 수업으로 구성되었으며 콘텐츠 활용 중심 수업의 경우 이 연구와는 별도로 교사가 독립적으로 운영하였다. 이 연구에서 초점을 두고, 6개 차시에 걸쳐 진행한 모형 구성 수업에 대한 설계와 성찰은 교사와 함께 이루어졌다. 연구 기간 동안 COVID-19 상황의 변동에 따라 원격 수업 주간과 대면 수업 주간이 예측 불가하게 전환되면서 6회의 모형 구성 수업은 실시간 쌍방향 수업과 대면 수업의 혼합으로 진행되었다.

연구가 이루어진 학교는 연구 참여 이전에 실시간 쌍방향 원격 수업이 이루어진 적이 한 번도 없었고 대부분의 교사들이 콘텐츠 활용 중심 원격 수업을 운영하고 있었다. 또한 연구 기간 동안에도 연구 참여 교사 이외에는 해당 학교 교사들 중 실시간 쌍방향 수업을 진행하는 교사가 한 명도 없었기 때문에 교사의 모든 수업을 실시간 쌍방향 수업으로 계획하는 데에는 현실적인 어려움이 있었다. 따라서 연구가 진행된 2020년 9월부터 10월 말까지, 교사가 맡은 주당 3차시의 과학 수업 중 1차시 수업만을 실시간 쌍방향 수업으로 배정하여 모형 구성 수업을 진행하고 나머지 2차시 수업은 콘텐츠 활용 중심 수업으로 교사가 자체적으로 운영하였다(표 1). 초반의 모형 구성 수업(MC1, 2)은 실시간 쌍방향 수업으로 계획 및 운영되었는데, 실시간 쌍방향 수업에 대한 학생들의 경험 미흡을 고려하여 수업 구상 과정에서 교사의 의견을 우선적으로 반영하는 형태로 이루어졌다. 이때 교사는 학생들이 실시간 쌍방향 수업에 익숙해지는 것이 필요하다 생각하였고, 온라인상에서 교사와 학생 간의 상호작용이 원활히 이루어지는데 초점을 두고 모형 구성 수업을 계획하였다. 중반 이후의 모형 구성 수업(MC3~6)의 경우, 연구자를 포함한 3인의 연구진이 연구 설계 초반 교사와 협의했던 내용을 바탕으로 모형 구성 수업을 위한 지도안 및 활동지 초안을 1차적으로 개발한 후 교사와 함께 이를 검토하고 수업 상황에 맞게 수정하는 과정을 반복하였다.

이중 후반의 모형 구성 수업(MC 5,6)은 GEM cycle(Clement, 1989)이 좀 더 잘 반영되도록 설계되었다. Clement(1989)는 학생들의 모형 구성 과정이 초기 모형을 생성(Generation)하고, 그 모형의 타당성을 평가(Evaluation)하며, 이를 바탕으로 모형을 수정(Modification)하는 과정이 반복되는 GEM cycle을 통해 이루어진다고 제안하였다. 모형 구성 과정이 하나의 답을 찾는 과정으로 끝나지 않고 학생들이 저마다의 설명 체계를 구성하고, 상호작용을 통해 모형을 평가하고 수정하는 역동적인 과정에 참여할 수 있는 충분한 시간을 제공하기 위해 MC5와 MC6은 연결된 수업으로 구성하였다. 또한 MC5와 MC6의 활동지는 학생들이 자신의 생각을 글과 그림으로 자유롭게 표현할 수 있는 형태로 제시되었다. 이를 통해 학생들이 빈칸에 들어가야 할 정답이나 하나의 목표 모형만을 찾기보다는, 같은 주제에 대해서도 저마다의 다양하고 타당한 설명 체계를 구성하고 공유할 수 있는 허용적인 분위기를 의도하였다. MC5와 MC6은 대면으로 진행되었으나 COVID-19에 따른 방역 지침으로 인해 학생 소집단 활동이 불가능하였다. 따라서 학생들이 개별적으로 초기 모형을 구성하도록 한 후 학급 전체 발표를 통해 모형을 공유하고 평가, 수정하는 방식으로 진행되었다. 먼저 MC5는 학생들이 개인 초기 모형을 구성한 후 학급 전체 발표를 통해 이를 공유 및 평가하는 활동으로 구성되었다. MC5에서 학생들이 구성한 초기 모형은 크게 세 가지로 유형화된 후 MC6에서 예시 모형으로 제공되었다. MC6에서 학생들은 각 예시 모형을 평가, 수정하면서 정교화하는 활동을 하였다.

<표 1> ‘생식과 유전’ 단원 차시 별 수업 내용 및 수업 형태

차시	모형구성수업	수업 내용	수업 형태
1	MC1	세포의 모습에 대한 모형 구성하기	실시간 쌍방향
2		세포분열의 의미와 필요성	콘텐츠 활용중심
3		염색체와 유전자	콘텐츠 활용중심
4	MC2	세포 분열의 필요성 설명하는 비유 만들기	실시간 쌍방향
5		체세포 분열	콘텐츠 활용중심
6	MC3	체세포 분열 과정에서 유전 물질의 분리에 대한 모형 구성하기	대면
7	MC4	체세포 분열 과정을 설명하는 글쓰기	실시간 쌍방향
8		생식세포 분열	콘텐츠 활용중심
9		사람의 발생	콘텐츠 활용중심
10	MC5	정자와 난자가 수정되어 하나의 개체로 발생하는 과정에 대한 모형 구성하기 1	대면
11	MC6	정자와 난자가 수정되어 하나의 개체로 발생하는 과정에 대한 모형 구성하기 2	대면

3. 협력적 성찰

연구자를 포함한 3인의 연구진(연구자, 동료 연구자 E, 동료 연구자 K)이 교사와 함께 협력적 성찰을 진행하였다. 3인의 연구진은 참여 교사와 같은 대학원에 재학 중인 생물교육 전공 석사과정(연구자, 동료 연구자 E)과 박사과정(동료 연구자 K) 대학원생이었다. 연구 참여 교사와는 이미 충분한 라포(rapport)가 형성되어 있었기 때문에 협력적 성찰의 과정에서 서로의 의견을 자유롭게 주고받는 데 도움이 되었다. 이러한 관계는 무엇보다 연구진에 의해 만들어진 수업이 교사에게 일방적으로 전달되고 실행으로 옮기도록 요구되기보다는 교사 역시 모형 구성 수업을 설계하는 한 팀의 일원으로서 언제든 수업에 대한 고민을 함께 나누고 공동의 이해를 바탕으로 한 모형 구성 수업을 만들어 나가는 데 도움이 되었다. 또한 연구자와 동료 연구자 E는 연구 참여 이전에 각각 7년과 8년의 교육 경력을 가진 현직 교사였고, 따라서 협력적 성찰의 과정에서 교사로서의 경험을 공유할 수 있었다.

본 연구에서 협력적 성찰은 교사의 과학적 모형 구성 수업을 지원하기 위해 이루어진 교사와 연구자들 간의 수업에 대한 논의 활동으로 보았다. 따라서 수업 후의 성찰뿐 아니라 수업의 계획 과정에서 이루어진 대화적 활동 역시 협력적 성찰에 포함하였다. 이는 ZOOM이나 SNS를 활용하여 온라인으로 진행되거나 대면으로 진행되었다. 협력적 성찰의 시간은 회당 대략 30분에서 1시간 정도로 진행되었으며 경우에 따라서는 한 차시 수업에 대해 1회 이상의 협력적 성찰을 진행하기도 하였다. MC5와 MC6 사이에 진행된 협력적 성찰은 4시간가량 진행되었다.

수업 전에 이루어진 협력적 성찰에서는 수업의 전반적인 계획 및 구체적인 수업 구현 방안에 대해 논의하였다. MC1,2를 제외한 수업에 대해 3인의 연구진은 연구 설계 초반에 교사와 협의한 내용을 바탕으로 수업 활동지 초안 및 지도안을 만들어 교사에게 제안하고, 교사와 함께 이를 검토하고 수정하는 과정을 반복하였다. 이 과정에서는 수업의 의미와 목표, 구현 방안 등에 대해 교사와 공동의 이해를 구축하는데 초점을 맞추

었다. 예를 들어, MC3에서는 염색체 모형을 활용하여 유전 물질의 분리 과정을 나타낸 영상을 학생들에게 보여주고 영상의 중간에 제시된 질문들을 통해 체세포 분열 과정에서 유전 물질의 분리가 어떻게 이루어져야 하는지에 대해 학생들이 스스로의 설명을 구성해 보고 이를 개인적인 모형으로 나타낼 수 있도록 하는 수업을 구상하였다. 이를 위해, 먼저 3인의 연구진이 수업에 활용할 체세포 분열 과정 영상을 제작하였다. 교사는 영상을 시청한 후, 수정 의견을 제시하고 연구진과 함께 논의한 후 실제 수업에 활용할 영상을 직접 제작하였다. MC4에서는 ZOOM의 소그룹 회의 기능을 활용한 소집단 활동인 '체세포 분열 과정 줄줄이 글써요.'를 계획하였는데, 소집단 내에서 학생들이 한 명씩 돌아가면서 체세포 분열 과정을 설명하는 문장을 입력하고, 이를 연결하여 체세포 분열 과정을 설명하는 글을 완성하는 활동이었다. 이 수업을 진행하기 전 교사와 연구자들은 학생의 입장이 되어 ZOOM 상에서 직접 MC4 활동에 참여하였다. 이를 통해 교사가 자신이 실행할 수업을 직접 경험해 보고 구체적인 구현 방안 및 예상 가능한 문제 상황들에 대해 충분히 논의할 수 있도록 하였다.

수업 후에 이루어진 협력적 성찰에서 연구자들은 교사의 수업 관찰을 바탕으로 수업에서 좋았던 점이나 아쉬웠던 점 등에 대한 피드백을 제공하였고 교사는 수업을 구현하면서 어려웠던 점이나 다음 수업에서 개선되었으면 하는 점, 만족스러웠던 점 등을 포함하여 수업에서의 전반적인 경험을 공유하였다. 이 과정에서는 수업 영상에는 포착되었으나 교사가 수업을 진행하는 동안에는 인식하지 못했을 수도 있는 학생들의 반응이나 활동지 결과물, 수업 과정에서 교사의 발화 및 행동, 학생들과의 인터뷰 내용 등 구체적인 수업 장면 및 사례를 바탕으로 논의함으로써 교사가 자신의 수업을 되돌아보고, 질문하고, 함께 문제를 해결해나가는 과정을 통해 성찰이 이루어질 수 있도록 하였다.

4. 자료 수집

원격 및 대면으로 진행된 총 6차시의 모형 구성 수업이 녹화되었다. COVID-19로 인한 방역 지침에 따라 연구가 이루어진 학교에 연구진이 직접 방문할 수 없었기 때문에 모든 수업 관찰은 실시간 화상 회의 프로그램인 ZOOM을 활용하여 원격으로 진행되었다. 실시간 쌍방향 수업의 경우, 수업이 이루어지는 시간에 연구진이 ZOOM에 접속하여 교사의 수업 화면과 학생 화면을 관찰 및 녹화하였다. 대면 수업의 경우, 교사가 교실 앞쪽에 노트북을 두고 ZOOM을 통해 교사의 수업 장면을 송출하면 연구진은 이를 실시간으로 관찰 및 녹화하였다. 그리고 교실 앞쪽에 카메라 한 대를 설치하여 학생 수업 장면을 녹화하였고 이는 수업이 끝난 후 교사에게 전달받아 관찰하였다. 원격으로 진행된 수업 관찰 과정에서 필드 노트를 작성하였으며, 필드 노트는 제한된 관찰로 인해 영상에 제대로 포착되지 않은 교실 상호작용에 초점을 두었다.

수업 전 · 후에 교사와 연구자가 함께 참여한 협력적 성찰 과정, 총 5회에 걸쳐 진행된 교사와의 반 구조화된 인터뷰 역시 녹화 및 녹음되었다. 교사 인터뷰는 매 차시 수업이 끝난 후에 진행되었으며 이를 통해 교사의 모형 구성 수업 실행을 보다 명료하게 이해하고자 하였다. 예를 들어 각 차시의 모형 구성 수업을 실행하는 과정에서 교사가 특별히 초점을 둔 부분은 무엇이었는지, 모형 구성 수업 중에 교사가 했던 구체적인 발화나 학생 질문에 대한 반응의 이유 등을 질문하여 교사의 모형 구성 수업 실행을 이해하는 데 있어 모호함이 없도록 하였다. 그리고 MC6 이후에 교사의 행위주체성 발현 맥락을 파악하기 위한 추가 인터뷰를 진행하였다. 여기에서는 과학 수업에서 교사가 가장 중요하게 생각하는 것, 과학 교사로서의 목표, 교사가 생각하는 과학 수업에서 교사의 역할과 학생의 역할, 과학 수업과 관련하여 교사의 경험, 모형 구성 수업을 실행하는 과정에서 교사가 새롭게 경험하고 알게 된 것 등에 대해 질문하여 모형 구성 수업에서 교사 행위주체성이 발현된 맥락을 파악하고자 하였다. 교사와의 인터뷰는 한 번에 약 45분에서 120분까지 다양

하게 진행되었으며, 처음 1회를 제외한 나머지 인터뷰는 ZOOM을 활용하여 원격으로 진행되었다. 녹화 및 녹음된 자료들은 모두 전사되어 분석을 위한 주된 자료로 활용되었다. 이외에 교사가 직접 제작한 수업 자료(수업 PPT, 수업에 활용된 영상), 학생 활동지 결과물 역시 분석을 위한 자료로 수집하였다.

5. 자료 분석

교실 수업과 협력적 성찰, 교사 인터뷰 전사본을 주요 자료로 사용하였으며, 분석은 근거 이론에 기반 한 지속적 비교 분석법(Strauss & Corbin, 1998)을 활용하여 모든 자료를 반복적으로 읽고 공통적으로 드러나는 주제를 식별하는 귀납적 방법에 의해 이루어졌다. 분석의 타당도를 높이기 위해 협력적 성찰, 교사 인터뷰, 교실 수업 전사본, 연구자가 작성한 필드 노트, 교사가 제작한 수업 자료 등 다양한 출처의 자료를 활용하여 삼각 검증하였으며 연구자가 1차적으로 분석을 진행한 후, 과학교육 전문가와 함께 검토하여 분석 결과를 일치시키는 과정을 거쳤다. 또한 연구자의 해석에서 잘못된 부분은 없는지 알아보기 위해 분석 결과 초안에 대해 연구 참여자에게 검토를 요청하였다.

5.1. 모형 구성 수업에서 나타난 교사 행위주체성 분석

첫 번째 연구 문제에 답하기 위해 교사의 실행에서 드러나는 행위주체성을 파악하였다. 이를 위한 주된 자료는 협력적 성찰과 교사의 모형 구성 수업 실행 전사본이었다. 교사 행위주체성의 분석 단위는 에피소드였다. 협력적 성찰과 수업 실행에서 모형 구성 수업에 대한 교사의 문제 인식이 이루어지는 과정, 이와 관련하여 해결책을 찾는 과정, 이를 실행으로 옮기는 과정이 포함된 장면 각각을 하나의 에피소드로 보았다. 그

리고 교사가 모형 구성 수업에서 발생하는 문제 상황을 인식하고, 이를 해결하기 위한 대안 및 전략을 고안하고, 이것이 교사의 의사결정을 통해 능동적인 실행으로 전개된 경우 교사 행위주체성의 발현으로 보았다. 이는 선행연구에서 제시된 행위주체성의 개념 및 형성 모델을 바탕으로 하였다. Priestley *et al.*(2015)에 따르면 교사는 다양한 대안을 고려하고, 자신의 목적에 비추어 가장 적절한 선택지를 판단할 때 행위주체성을 성취한다. 이러한 과정은 교사가 교육 환경에서의 특정 사건을 비판적으로 인식하고, 인식된 활동을 자신의 전문적 역량과 목적, 그리고 특정 시점에서 이용 가능한 자원 혹은 제약에 따라 해석하며, 그에 따라 의사 결정하는 연속적 과정을 통해 이루어진다(Leijen *et al.*, 2020). 따라서 교사가 모형 구성 수업에서 무엇을 문제로 인식하였으며, 이를 어떻게 해결하고자 하였는지, 그리고 그것이 실행으로 어떻게 나타났는지에 초점을 두고 에피소드를 식별하였다. 각 에피소드는 <표 2>의 분석 틀에 따라 문제 인식, 전략 고안, 능동적 실행으로 코딩되었다.

본 연구에서는 총 6차시의 모형 구성 수업을 진행하였으나 이 중 후반부의 수업(MC5,6)과 협력적 성찰에서 교사 행위주체성의 발현이 두드러졌다. 그 이유는 다음과 같이 추측할 수 있다. 교사 행위주체성에 관한 논의들은 교사가 혁신이나 변화의 맥락에 직면했을 때 자신의 실천을 둘러싼 상황과 적극적으로 협상하면서 자신의 실천에 변화를 만들어 내는 현상을 중심으로 이루어져 왔다(Toom *et al.*, 2015). 이에 따라 모형 구성 수업에서 나타난 교사의 행위주체성을 탐색하기 위해서는 교사가 모형 구성 수업을 변화와 도전의 맥락으로 인식하고, 모형 구성 수업으로 인해 예상되는 문제와 이를 해결해야 할 필요성을 인식하는 것이 중요하다고 판단하였다. 교사가 모형 구성 수업이 자신에게 익숙한 수업과 다름을 느끼고 본격적으로 자신의 실행에서 변화의 필요성을 인식한 시점은 MC5 수업의 설계 과정이고, 그 이후로 모형 구성 수업을 위한 변화를 시도하였다고 판단하였다. 이와 같이 판단한 이유는 다음과 같다. 먼저 MC1,2는 실시간 쌍방향 온라인 수업에 대한 학생들의 경험 미흡을 고려하여 학생들이 온라인상에서의 상호 작용에 익숙해지는 것을 우

<표 2> 교사 행위주체성 분석 틀

코드	정의	예
문제 인식	교사가 모형 구성 수업을 위해 실행에서 변화의 필요성을 인식하고, 이에 따른 문제와 해결의 필요성을 인식	개인별 과제다 보니까 그걸 혼자서 해야 되잖아요 그 과정을 … 23개 23개 46개 **이해는 했어. 근데 그걸 사실 여기에 표현하기에는 … 그 사이를 어떻게 매개할 수 있는 스캐폴딩이 부족한 느낌이라고 해야 되나?**
전략 고안	인식한 문제와 관련하여 전문적 역량과 목표를 바탕으로 다양한 대안을 고려	애들이 염색체가 46개에서 23개로 줄어든다. 염색체가 다시 46개가 된다. 그건 뭔가 어렵긴 한데 듣기는 자주 들어가지고 뭔가 약간 이걸 어떻게 접근해야 할까 라는 고민이 좀 있는… **애들이 표현하게 하는 양식에 대해서 좀 고민해보면 좋을 거 같아요. 자연스럽게 뭔가 개수나 그 양을 비교할 수 있게.**
능동적 실행	자신의 가치와 판단에 기반하여 실행을 전개	지금 아빠 세포, 신형만 씨 세포 안에 보면 선생님이 유전물질, DNA 몇 개 그려 놨어? 그렇지 두 개 그려 놨어요. 애가 절반으로 줄어들면, 정자에는 유전물질 몇 개 들어 있겠어?

선적인 목표로 하였다. 이에 교사는 기존에 익숙하게 사용해오던 교사 주도의 설명식 수업 방식을 유지하면서 간단한 모형 구성 활동을 추가하는 형태로 수업을 구상하였고 따라서 여기서 교사가 모형 구성 수업을 변화와 도전으로 느꼈다고 보기 어려웠다. MC3,4의 경우 COVID-19 상황에 따라 대면 수업과 비대면 수업 일정이 예측 불가하게 전환되었고 방역 지침에 따라 대면 수업에서 소집단 활동 역시 진행할 수 없게 되면서 초반에 계획한 대로 모형 구성 수업을 진행하기 어려웠다. 따라서 MC1~MC4의 경우, 교사가 수업을 구현하기 위해 다양한 전략을 고안하고 실행하는 에피소드들이 있었지만 모형 구성 수업 자체를 변화의 맥락으로 여기고 이에 대한 문제를 인식하는 에피소드를 찾기 어려웠다.

한편 MC5,6은 보다 학생 주도적인 협력적인 모형 구성을 목표로 하여 GEM cycle(Clement, 1989)이 잘 반영되도록 설계되었다. 대면 수업에서 소집단 활동을 대신하여 학급 전체 발표를 통해 모형의 평가, 수정이 일어날 수 있는 충분한 상호작용의 시간을 확보하기 위해 연결된 차시로 구성하여 학생들이 다양한 의견을 공유하고 상호작용 할 수 있도록 하였다. 학생 활동지 역시 학생들이 자신의 생각을 글과 그림으로 자유롭게 표현할 수 있는 형태로 제시하여 교사가 학생들에게 권한을 대폭 이양할 수 있는 수업을 의도하였다. 이러한 상황은 교사가 모형 구성 수업이 기존의 수업과 다름을 인식하고, 모형 구성 수업에서 발생하는 문제 상황을 찾고 이를 해결하기 위한 전략을 고안하는 과정에서 행위주체성의 발현이 두드러질 수 있는 변화의 맥락이 될 수 있다고 보았으며 이는 수집된 자료에서도 잘 드러났다. 따라서 결과에서는 교사 행위주체성의 발현이 두드러진 MC5와 MC6 수업과 그 앞뒤로 진행된 협력적 성찰의 과정을 중심으로 서술하였다.

5.2. 교사 행위주체성의 발현 맥락 분석

두 번째 연구 문제에 답하기 위해 협력적 성찰과 교사 인터뷰 전사본을 중심으로 교사 행위주체성의 발현 맥락을 탐색하였으며 이는 Biesta & Tedder(2006)의 생태학적 접근을 따랐다. 생태학적 접근에 따라 행위주체성은 개인의 고정된 능력이 아니라 특정한 맥락에서 개인의 역량과 환경적 조건의 상호작용을 통해 성취되는 것으로 이해하였으며 행위주체성의 분석에서 있어 세 가지 시간적 차원- 반복적(iterationa), 실천적-평가적(practical-evaluative), 투영적 (projective)-을 고려하여 행위주체성이 이러한 차원들 간의 상호작용을 통해 발현되는 현상으로 이해하였다. 또한 행위주체성이 성취된 맥락을 이해하는 데 있어 Priestley *et al.*(2015)이 행위주체성 모델에서 강조한 다음과 같은 점을 고려하였다. 행위주체성의 성취는 (1) 개인적, 전문적 일대기를 포함

한 과거 경험을 통해 알 수 있으며, (2) 단기적, 장기적 관점에서 미래를 지향하고, (3) 현재의 실행은 문화적, 구조적, 물적 자원과 같은 것들에 의해 영향을 받는다. 이러한 이론적 접근에 따라 우선적으로 다음과 같은 질문들에 초점을 맞추어 교사 행위주체성의 발현에 영향을 미친 요인들을 파악하였다. 과학 수업과 관련하여 교사가 가진 경험, 신념, 가치는 무엇인가? 과학 수업에 대한 교사의 목표는 무엇인가? 교사가 모형 구성 수업을 실행하는 데 있어 자원 혹은 제약으로 인식된 것은 무엇인가? 그리고 첫 번째 단계에서 교사 행위주체성의 분석을 통해 얻은 두 범주의 행위주체성과 관련 지어 각 상황에서 교사 행위주체성의 발현에 영향을 미친 요인을 찾고, 파악된 요인들 간의 상호작용을 복합적으로 고려하여 이러한 행위주체성이 어떻게 발현될 수 있었는지를 이해하고자 하였다.

제 4 장 연구 결과 및 논의

1. 모형 구성 수업에서 드러난 교사 행위주체성

많은 학생들이 즐겁게 참여할 수 있는 과학 수업을 만드는 것, 과학이 어렵지 않고 누구나 과학 수업에 참여할 수 있다는 믿음을 주는 것은 교사에게 중요한 가치였다. 이를 위해 교사는 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 조직화된 설명을 제공하고, 적절한 질문이나 학생들이 흥미를 느낄 만한 간단한 활동을 통해 학생들의 이해를 확인하는 형태의 수업을 주로 실행해왔다. 그러나 이와 동시에 교사는 학생들에게 지식을 전달하는 수업에서 벗어나 학생들이 주체가 되어 사고하는 수업으로의 변화에 대한 열망을 가지고 모형 구성 수업에 도전하였다. 그러나 교사가 주도적으로 설명을 제공하고 학생들의 이해를 확인하는 형태의 실행은 MC1~4의 모형 구성 수업에서도 유사하게 나타났다. 교사는 MC5,6을 준비하는 과정에서 모형 구성 수업이 교사 중심의 활동형 수업과 다름을 깨닫고, 실행에서 변화의 필요성을 인식하였다. 그리고 이 과정에서 자신이 추구하는 가치를 유지하면서 수업에서의 변화를 시도하기 위해 모형 구성 수업에서 발생하는 다양한 문제를 인식하고, 이를 해결하기 위한 전략을 고안하며 이를 실행으로 전개해 나가는 행위주체성의 발현이 두드러졌다. 따라서 교사 행위주체성의 발현이 두드러진 MC5, 6 수업과 그 앞·뒤로 이루어진 협력적 성찰을 중심으로 교사가 모형 구성 수업을 실행하는 과정에서 어떠한 행위주체성이 드러났으며, 이러한 행위주체성이 어떠한 맥락에서 발현되었는지에 대해 논의하고자 한다.

1.1. 수업의 재구성 : 모형 구성을 위한 단계적 지원

MC5는 중단원에서 배운 내용들을 통합적으로 활용하여 유전 물질의 전달 과정에 대한 모형을 구성하는 중단원 마무리 활동으로 계획되었다.

연구진은 연구 설계 초반에 교사와 협의했던 내용을 바탕으로 MC5를 위한 활동지를 만들어 제안하였다. MC5는 난자와 정자가 수정되어 만들어진 수정란이 하나의 완전한 개체로 발생하는 과정에서 부모의 특정 유전자는 어떤 과정을 거쳐 자손의 몸을 이루는 세포로 전달될 것인가에 대해 개인 초기 모형을 구성하고, 학급 전체 발표를 통해 서로의 모형을 비교, 평가하는 학생 활동 중심의 수업이었다. 교사와의 초반 협의 과정에서 MC5 활동은 학생들의 생각을 자유롭게 표현할 수 있도록 하는데 중점을 두었다. 또한 학생 활동에 충분한 시간을 배분하고 학생들 간의 의사소통을 강조함으로써 모형 구성 과정에서 학생들의 역할이 중요하게 작용할 수 있도록 의도하였다. 즉, 교사가 아닌 학생들이 주체가 되는 모형 구성이 이루어질 수 있도록 하는데 초점을 두었다.

그러나 교사는 MC5 수업에 들어가기 전, 학생들이 쉽게 예상할 수 있는 간단한 답을 요구하는 활동이 아닌데다가 교사의 설명 없이 학생들의 생각을 바탕으로 통합적인 모형을 구성하도록 하는 것이 많은 학생들에게 너무 어려운 과제가 될 것이라 인식하고 우려를 표하였다. 그리고는 과감하게 수업 변화를 시도하기보다는, 학생들이 모형 구성에 좀 더 쉽게 참여할 수 있도록 안내와 지원을 제공하는 방향으로 수업을 재구성하였다. 먼저 학생들이 이번 단원에서 배운 구체적인 용어와 개념을 고려하여 활동지를 수정하였다. 교사에게 처음 제안된 활동지 초안의 발문에는 '유전자' 라는 용어가 사용되었는데 교사는 이번 단원에서 유전자의 개념을 구체적으로 다루지 않았기 때문에 활동지의 발문에서 유전자라는 용어를 사용할 시 학생들이 이를 수업 시간에 강조한 생식세포 분열의 특징인 염색체 수와 연결 지어 생각하지 못할 것이라 예상하였다.

교사 : 활동을 다시 봤을 때 너무 막연하고 어려워서 애들이 하기 힘들어할 거 같아요. 애들이 사실 유전자 개념도 거의 모르기 때문에... 'DNA에서 유전 정보를 담고 있는 부분을 유전자라 한다.' 이게 이 단원에서 지나가는 말로 한 번 나온 내용이라 애들이 일단 유전자도 모를 것 같고, 유전자랑 염색체(혹은 DNA, 유전물질)랑 연결도 못 시킬 것 같아서 … (협력적 성찰, MC5 전, 10/13)

이에 교사는 ‘유전자’ 라는 용어 대신 수업에서 자주 사용하여 학생들에게 익숙한 ‘유전 정보’ 라는 용어와 학생들이 지금까지 배운 개념들을 고려하여 보다 구체적인 상황을 제시하는 새로운 발문을 만들어내었다.

교사 : 생식 중단원에서 학습한 내용은 다음과 같습니다. 세포 분열의 필요성, 염색체와 DNA(유전 물질), 체세포 분열, 생식세포 분열, 사람의 발생(수정, 난할, 착상, 발생). 이러한 내용들을 … 대충 생각했을 때 떠오르는 러프한 생각은 “난자와 정자가 만나 ☆☆이가 만들어졌다. ☆☆이는 지금은 단 하나의 세포인 수정란이지만, 약 266일 뒤면 어엿한 사람으로 세상에 태어날 것이다. 지금 수정란인 ☆☆이의 핵 내부에는 머리부터 발끝까지 온몸에 대한 유전정보가 전부 담겨있다. ☆☆이가 하나의 세포일 때부터 사람이 되어가는 과정 동안 ☆☆이의 세포는 어떠한 과정을 거치게 될지 설명하는 글을 쓰고 이를 그림으로 표현해보자. ” (협력적 성찰, MC5 전, 10/14)

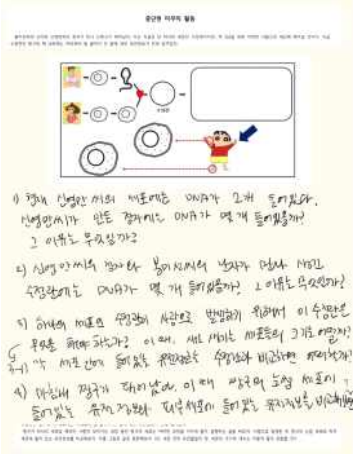
또한 활동지에 제시된 그림을 수업 시간에 강조한 구체적인 내용과 연결 지을 수 있도록 돕는 것이 중요하다고 생각하였다. 활동지 초안에는 엄마와 아빠의 세포 속 유전 물질이 46개의 염색체가 아닌 2개의 DNA로 표현되어 있었다. 교사는 학생들이 ‘46개의 염색체가 23개의 염색체로 감소한다.’ 라는 내용에는 익숙하지만 세포 안에 그려진 2개의 DNA를 봤을 때 이를 염색체 수의 감소와 연결 지어 생각하기 어려울 것이라고 보았다. 따라서 이 2개의 DNA를 46개의 염색체와 연결시킬 수 있도록 교사의 발문을 통해 도움을 주고자 했다.

또한 학생들의 생각을 글과 그림으로 자유롭게 표현할 수 있는 오픈된 형태의 활동지가 주어졌을 때, 학생들이 무엇을 해야 할지 몰라 모형 구성을 시작조차 하지 못 할 것을 우려하였다. 이에, 학생들이 모형 구성 과정에서 생각해 볼 수 있는 내용을 디딤 질문으로 포함시킨 새로운 활동지를 구성하였다(그림 1). 이때 교사가 제안한 디딤 질문은 ‘아빠와 엄마의 정자와 난자 안에는 DNA가 몇 개씩 있을까? 그 이유는 무엇일까?’ , ‘하나의 세포인 수정란이 사람으로 발생하기 위해서는 어떤 과정

을 거쳐야 할까? 이 과정에서 새로 생기는 세포 안에 들어있는 유전 정보는 수정란과 비교하면 어떨까?’, ‘짱구가 되고 난 후 짱구의 눈썹 세포와 발가락 세포에 들어있는 유전 정보를 비교하면 어떨까?’와 같이 이번 단원에서 학생들이 학습한 구체적인 개념과 연계하여 목표 모형을 향해 단계적으로 안내하는 질문들이었다. 그러나 연구자들과의 논의 과정에서 너무 많은 질문들이 오히려 학생들에게 모형 구성과는 별개의 또 다른 과제처럼 느껴지게 할 수 있다고 판단하였고, 대신 교사는 이 질문들을 활동지에 간략한 형태로라도 포함시켜 학생들이 활동지를 통해 디딤 질문의 내용에 대해 생각할 수 있도록 하는 방식으로 재구성하였다(그림 2).

교사 : 디딤 질문 자체를 큰 그림 속에 놓여 넣고 … 예를 들면, 정자(활동지의 정자 그림) 아래에 ‘정자에 들어있는 DNA는 몇 개일까?(또는 DNA 몇 가닥?)’ 이런 식으로 그림 안에서 디딤 질문을 바로바로 볼 수 있게 넣어버리고 … (협력적 성찰, MC5 전, 10/21)

이러한 스캐폴딩은 MC5에서 학생들이 이전 수업에서 배운 생식세포 분열의 내용과 활동지에 제시된 그림을 연관 지어 생각할 수 있도록 교사의 발문을 통해 유도하는 실행으로 이어졌다. 교사는 MC5에서 학생들이 알고 있는 것을 바탕으로 유전 정보의 전달 과정을 설명하는 모형을 만드는 것을 활동의 목표로 소개하였다. 그리고 학생들에게 짱구의 몸을 이루는 서로 다른 세포들이 어떻게 같은 유전 정보를 가질 수 있는지에 대한 설명을 구성해 볼 것을 요청하였다. 이는 활동지에 들어가야 할 핵심적인 내용이 주로 교사로부터 전달되고 반복적으로 강조되었던 MC5 이전의 수업들과는 달리 학생들이 알고 있는 것을 바탕으로 설명을 구성하도록 요청했다는 점에서 교사가 학생이 주체가 되는 모형 구성 수업을 위한 변화를 시도한 것으로 보인다. 그러나 교사는 학생들의 모형 구성을 위해 단계적인 지원을 제공하고자 하였다. 학생들의 모형 구성을 시작하기에 앞서 활동지에 제시된 모형의 일부분을 교사와 함께 그려보는 도입 활동을 진행하였다. 이 과정에서 교사는 학생들이 활동지에



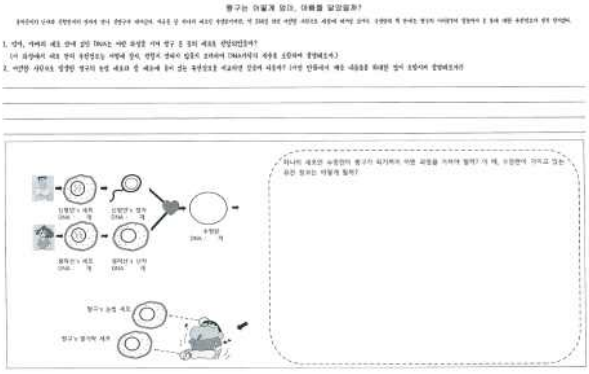


그림 1. 교사가 제안한 디딤 질문 **그림 2.** 교사의 의견을 바탕으로 수정된 최종 활동지

제시된 그림을 이전 수업에서 배운 생식세포 분열의 특징과 연관 지어 생각할 수 있도록 돕고자 하였다. 다음은 도입 활동에서 교사와 학생 상호작용이다.

교사 : 첫 번째 이거 무슨 분열일까?

학생 A : 생식세포 분열

교사 : 그렇지. 생식세포 분열이죠. … 자, 그럼 여기에 또 뭘 표현할 수 있을까? 생식세포 분열의 특징 뭐였어 아까?

학생 B : 절반으로 줄어든다.

교사 : 그렇지 절반으로 줄어든다 누구야? 뭐가 절반으로 줄어들어?

학생 B : 유전물질

교사 : 그렇지 유전물질이 절반으로 줄어든다. 자 그럼 **유전물질 세어 보자. 아빠 세포 안에 보면 선생님이 유전물질, DNA 몇 개 그려 놨어?**

학생 C : 두 개

교사 : 그렇지 **두 개 그려 놨어요. 얘가 절반으로 줄어들면, 정자에는 유전물질 몇 개 들어 있겠어?**

학생 C : 한 개

교사 : 그렇지. **그럼 그림을 이렇게 (유전물질) 한 가닥. 이렇게 그릴 수 있겠죠?** … (MC5 수업, 10/23)

교사는 도입 활동에서 “이거 무슨 분열일까?”, “생식세포 분열의 특징으로 뭘 또 표현할 수 있을까?”와 같은 질문을 통해 학생들이 잘 알고 있는 ‘생식세포 분열 과정에서는 유전 물질이 감소한다.’라는 내용을 끌어낸 후, “아빠 세포 안에 보면 선생님이 유전물질, DNA 몇 개 그려 놨어?”, “유전물질이 절반으로 줄어들면 정자 안에는 유전 물질을 몇 개로 그릴 수 있을까?”와 같은 단계적인 질문을 통해 학생들이 알고 있는 생식세포 분열의 특징과 활동지의 세포 안에 그려진 2개의 DNA를 연결 지어 생각할 수 있도록 도움으로써 모형 구성의 시작을 유도하였다. 이는 MC5 수업을 준비하는 과정에서 학생들의 모형 구성 시작을 돕기 위해 교사가 반드시 필요하다고 강조한 의도적인 스캐폴딩 전략이었다.

교사들은 변화나 도전의 상황에 직면했을 때 이에 순응할 수도 있고 거부할 수도 있으며 자신의 방식으로 나름의 협상을 시도할 수도 있다(Jenkins, 2020; Ketelaar *et al.*, 2012; Priestley *et al.*, 2012; Ryder *et al.*, 2018). 이때 행위주체성은 교사가 변화에 대해 어떻게 반응할지를 결정하는 요인이다(Wray & Richmond, 2018). 학생이 주체가 되는 모형 구성 활동에 초점을 둔 MC5를 준비하는 과정에서 교사는 모형 구성 수업이 자신이 지금까지 실행해 온 교사 주도의 활동형 수업과 다름을 느끼고, 실행에서 변화의 필요성을 인식하였다. 그러나 교사는 처음 제안된 수업에서 요구되는 방향으로 학생들에게 완전히 주도권을 넘기고 과감하게 변화를 시도하기보다는 학생들에게 안내와 도움을 제공하는 방향으로 수업을 재구성하였다. 이는 MC5 활동이 학생들이 쉽게 예상할 수 있는 답을 요구하는 활동이 아니며, 학생들이 스스로의 생각을 바탕으로 모형을 구성해 나가야 한다는 점에서 학생들에게 어려운 과제이고, 많은 학생들이 쉽고 즐겁게 참여하기에는 안내와 지원이 부족할 것이라는 교사의 판단에 근거한 것이었다. 여기서 교사가 보인 실행은 수업 변화를 위한 과감한 시도는 아니었지만 어떠한 문제의식이나 성찰도 없이 요구되는 변화를 그대로 실행하거나 지금까지 해 오던 편한 방식만을 고수하는 것이 아니라,

스스로의 가치와 판단을 바탕으로 한 의도적이고 주체적인 실행이었다는 점에서 선행 연구에서 제시한 교사 행위주체성의 발현과 부합한다 할 수 있다(소경희 & 최유리, 2018; Biesta & Tedder, 2006; Leijen *et al.*, 2020).

1.2. 더 많은 학생들의 참여를 위한 모형 구성 수업의 주도적 설계와 실행

MC6은 MC5와 연계된 수업이었다. MC6에서는 MC5에서 학생들이 구성한 초기 모형을 몇 가지로 유형화하여 제시하고, 이를 바탕으로 서로 다른 모형을 비교하고 평가, 수정하는 활동을 계획하였다. 그러나 MC5 수업 후 교사는 다음 수업을 그대로 진행할 수 없다고 판단하였고, 연구진에게 다음 수업의 수정에 대한 논의를 요청하였다. 교사가 이와 같이 판단한 이유는 MC5 수업에서 과학을 잘하는 몇 명의 학생들을 제외한 대부분의 학생들은 초기 모형 구성에 제대로 참여하지 못했다고 보았기 때문이었다.

교사 : 어제 수업을 해보니 … **정말 거의 쓰지 못한 친구들도 꽤 많았고 발표나 피드백도 거의 이루어지지 않아서 애들이 아직 초기모형 구성조차도 제대로 이루어지지 못했고 다른 친구들의 모형을 보면서 깨달음을 얻을 기회도 없다고 생각했어요. … 6차시 활동이 이 방향으로 그대로 가도 되는 건가? 활동을 좀 수정해야 하나?**라는 아주 막연한 혼란에 휩싸여서… (협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

교사는 MC5 수업에서 많은 학생들이 모형 구성에 제대로 참여하지 못한 것을 중요한 문제로 인식했다. 이에 교사는 모든 학생들에게 유의미한 모형 구성 수업을 만들고자 하는 목표를 가지고 다음 수업을 주도적으로 계획하였다. 특히 MC5에서 초기 모형을 제대로 구성하지 못한 학생들이 다음 수업에서 모형을 평가하고 수정하는 과정에 의미

있게 참여할 수 있는 방안을 적극적으로 탐색하였다. 먼저, 자신의 초기 모형도 제대로 완성하지 못한 학생들이 예시 모형을 평가하도록 요구받았을 때 단순히 자신의 모형보다 '잘 그렸다.' 정도에서 그칠 것을 우려하여 학생들에게 예시 모형 여러 개를 제공하여 서로 다른 모형의 강점과 약점을 명시적으로 비교할 수 있도록 하는 방안을 제시하였다.

교사 : 여기 있는 이 모형들이(예시 모형) … **한 명한테 여러 개가 주어져야 … 이거 중에 하나를 받으면 못할 거 같고, 여러 개를 받아서 이걸 비교하면서 각각의 강점 약점을 찾아내고 비교하는 거 정도는 애들이 할 수 있을 거라고 생각했어요.** (협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

또한 학생들이 예시 모형과 자신의 모형을 비교했을 때에도 강점과 약점을 분명하게 볼 수 있어야 자신의 모형을 수정하는 과정이 의미 있게 일어날 수 있을 것이라 판단하였다. 이를 위해 학생들의 MC5 활동 결과물과 연구진이 제시한 예시 모형들을 직접 비교 검토하면서 예시 모형을 수정해 나갔다.

교사 : 이 활동에서 그게 이루어져야 되는 거잖아요. 내 모형에서 틀린 점, 부족한 점, 추가해야 될 점을 애들이 이 활동을 통해서 깨달아야 되는 거잖아요. 그래서 그게 지금 가능할지? 충분한지? … **여기 있는 예시들을 확인해가지고 애들이 충분히 그게 일어날 수 있을지 확인을 해봐야 될 거 같아요.**

(중략)

연구자 K : 얘한테는 유전물질 이런 거 표현 안 되어 있잖아요. 그런 걸 주면 …

연구자 E : 저희가 저 네 개(예시 모형)를 만들 때, 애들 거를 한번 싹 보고 애들이 표현 잘 한 부분, 잘 못 한 부분을 나름대로 추려서 그것들을 부각시켜서 4개를 만든 거거든요. …

교사 : 얘는 그럼 이 DNA 움직임을 볼 수 있고.

(중략)

교사 : 얘는 이걸 보면 좋을 거 같고. (이 예시 모형은) 왜 수정란 다음에

이걸(생식세포 분열 과정) 썼지? …

연구자 E : 이 그림, 이걸 없애고 이(생식세포 분열을 나타내는) 화살표를 이렇게 길게 가져오는 것도 괜찮을 듯.

교사 : 네 그럼 좋을 거 같습니다.

(협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

교사는 학생들의 MC5 활동 결과물과 다음 수업에서 학생들에게 제시할 예시 모형을 하나씩 비교하면서 학생들이 예시 모형을 보고 자신의 모형과 비교하여 어떤 부분에서 차이점이나 수정의 필요성을 찾을 수 있을지를 직접 검토하였다. 그리고 예시 모형이 무엇을 나타낸 것인지 그 의미가 명확하지 않거나 학생들에게 혼란을 줄 것으로 예상되는 경우 예시 모형을 수정하여 그 의미를 명확하게 표현하고자 하였다.

또한 교사는 소그룹 활동을 개별 활동과 학급 전체 발표로 대신하게 되면서 학생들이 소그룹 내에서의 상호작용을 통해 서로의 모형을 세부적으로 비교하고 이해하는 과정이 생략된 것을 보완하고자 했다. 일부 학생들은 다른 학생의 모형을 보고도 그 의미를 제대로 파악하지 못해 모형의 비교와 평가가 의미 있게 일어나지 못할 수도 있다는 점을 우려하여 교사의 촉진자 역할을 통해 이러한 결과를 방지하고자 했다.

교사 : … **애들은 이걸(다른 친구들의 모형) 봤어도 이 각각의 의미들을 파악을 못한 애들이 많잖아요.** … '아 46개가 뭘 표현했고, 23개는 뭘 표현했고' … 이런 것들을 **같이 좀 뜯어보는 시간을 가지고 싶지만**, 사실 그 시간 자체가 **제가 하는 순간 그냥 교사의 수업이 되는 거잖아요.**

연구자 E : 저번에 애들 한 명이 발표하면서, 잘 된 부분 찾고 내 거랑 다른 부분을 찾는 것처럼 … 선생님이 설명하는 게 아니라 **아이들의 말, 애들이 짚는 그 부분을 같이 짚어가면서 설명하는 거는요?** 그건 다른가요? 선생님이 설명하는 거랑 같은가요?

교사 : **저는 그런 걸 할 필요가 있다고 느꼈어요.**

(협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

교사는 과학을 잘 못하는 학생들도 다른 모형을 보고 그 의미를 충분히 이해할 수 있으려면 교사의 적당한 개입이 필요하다고 생각하였다. 그러나 그와 동시에 그것이 결국 또 교사 중심의 수업을 만들지 않을까 우려하였다. 그리고 이는 교사의 설명이 아닌 모형 구성 과정에서 제기된 학생들의 아이디어를 짚어가며 모형의 평가와 수정을 촉진하는 전략의 수립으로 이어졌다. 이 과정에서 교사가 교사 중심의 수업으로부터 학생이 중심이 되는 수업으로 자신의 수업을 변화시키고자 하는 뚜렷한 의도를 가지고 학생들이 주체가 되는 모형 구성 수업을 만들기 위한 방안을 고심하였음을 알 수 있다.

마지막으로 학생들의 협력적 모형 구성이 유의미하게 일어나기 위해서는 무엇보다 학생들이 다양한 생각을 자유롭게 표현할 수 있는 수업 분위기를 만드는 것이 중요함을 인식하고, 연구진에게 구체적인 질문을 제기하며 이를 가능하게 하는 방안을 탐색하였다.

교사 : 저 약간 고민이 있는데, 저희 반에서 수업을 할 때는 **공동의 모형 구성 느낌**이 조금, 어떻게 하는 건지 느낌이 와요. … 도대체 **1반에서 그거를 어떻게 이끌어 내야 될지** … 이게 해결이 되어야 1반 다음 수업이 어떻게 될 거 같은데...

(중략)

연구자 E : … 애들이 그냥 '세포' 이러면 '맞아. 여기서 세포가 뭐야? 여기 세포라고 적을까?' 이런 거. 그런 느낌으로 여기(도입 활동)를 풍성하게 길게 가야 애들이, '아 이게 협력적으로 구성하는 거구나, 뭔가 정해진 답이 있는 게 아니라 협력적으로 뭔가 같이 그린다는 느낌이 저런 건가?' (하고 느낄 텐데) 5반 친구들한테는 그런 느낌이 나가지고...

교사 : … 애들이 그렇게 얘기한 걸 그냥 그대로 받아 적은 거예요. 큰 기대 없이. 근데 이게(그렇게) 단계적으로 나온 거예요.

(중략)

연구자 E : 그러니까 **아이들이 그런 부분은 우리의 기대를 뛰어넘는 부분들이 나온 거고 그래서 재밌었던 거죠.**

교사 : **맞아요.** 그래서 계속 당황했어요. …

연구자 E : 애들이 ‘정자’(라고) 했을 때 선생님이 당연하게 정자 쓰는 것보다 ‘정자 어디다 쓸까? 여기다 쓰면 될까?’ 이런 게 답이 없고 우리가 같이 만드는 거네? 그런 느낌이 나는 순간이었을 거라고 생각해요.

교사 : **그래요? 그런가 보다.** … 알겠습니다. 그럼 **1반도 그렇게 가면 충분히 다양한 발표가 나올 수 있다.**

(협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

위의 담화는 정답에 대한 부담 없이 떠오르는 생각을 자유롭게 발표하는 5반 학생들과 달리 자신이 생각한 것이 정답이라고 확신하지 못할 경우 발표를 하려고 하지 않는 1반에서 어떻게 하면 학생들이 자신의 생각을 자유롭게 발표하고 이를 바탕으로 학급 모두가 협력적 모형 구성에 참여하는 분위기를 만들 수 있는지에 대한 교사의 질문 뒤에 이어진 담화이다. 교사의 질문을 통해 교사가 다음 수업에서 많은 학생들이 주체가 되는 협력적 모형 구성이 이루어질 수 있도록 지원하는 것을 중요하게 생각하고 있음을 다시 한번 확인할 수 있다. 교사의 질문에 대해 연구자 E는 다른 학급에서 진행된 MC5 수업 장면을 예로 들어 같은 수업에서도 교사의 발화 차이에 따라 학생들의 반응도 다르게 나타났음을 언급하였다. 이에 대해 교사 역시 학생들이 자신의 기대를 뛰어넘는 반응을 보였다는 점에 동의하며 자신의 경험을 반영하여 다음 수업에서 학생들을 협력적 모형 구성에 참여시키기 위한 전략을 수립하였다. 이처럼 교사는 MC6을 준비하는 과정에서 과학을 잘하는 다섯 명의 학생들만을 위한 수업이 아닌 많은 학생들이 유의미하게 참여할 수 있는 모형 구성 수업을 주도적으로 계획하였다. 그리고 이는 MC6에서 학생들이 다양한 생각을 표현할 수 있는 허용적인 분위기를 만들고 이를 바탕으로 협력적 모형 구성에 참여할 수 있도록 안내하는 실행으로 이어졌다.

MC6의 도입부에서는 학생들의 MC5 활동 결과물을 바탕으로 구성한 3가지 예시 모형 중 하나의 모형을 바탕으로 교사와 학생들이 함께 모형을 평가, 수정하는 활동을 진행하였다. 교사는 이 활동의 목적이

정해진 답을 찾기 위해서가 아니라 “더 좋은 설명을 만들기 위해서”임을 분명히 밝히며 예시 모형에서 좋은 점과 보완할 점을 찾을 수 있도록 안내하였다. 또한 예시 모형에서 잘 표현된 부분이 무엇인지 찾아보자는 교사의 질문에 학생들이 깊이 고민하지 않고 “없어요.”라고 답했을 때, 거기서 그치지 않고 “진짜로? 생각해 봐.”와 같이 재차 질문하며 학생들의 다양한 생각을 이끌어내고 학생들이 자신의 모형과 다른 모형을 비교할 수 있는 충분한 기회와 시간을 제공하고자 하였다. 도입 활동이 끝난 후에는 학생들에게 나머지 2가지 예시 모형 중 하나를 나누어 주고, 개인적으로 예시 모형의 좋은 점과 보완할 점을 찾아보도록 한 뒤 학급 전체 발표를 통해 공유하는 활동이 이루어졌다. 여기서 교사는 학생들이 자신의 추론을 바탕으로 모형을 평가하고 수정하는 과정에 주도적으로 참여하여 협력적인 모형 구성이 이루어질 수 있도록 안내하였다. 다음은 학생들의 예시 모형 평가 후 이를 공유하는 과정에서 교사와 학생 상호작용이다.

학생 A : (칠판에 적으며) 난할이 체세포 분열이라는 것을 잘 표현했다.

교사 : … 난할이 체세포 분열이라는 과정을, 여기 이거 말하는 건가요? 여기 체세포 분열 과정을 설명해서 좋았다. … 난할이 체세포 분열이니까 가지는 특징은 뭐 있을까? 추가해 줄 수 있는 거.

학생 A : 유전 정보가 변하지 않는다?

교사 : 그럼 그거 (모형에) **어떻게 추가할 수 있을까?**

학생 A : (칠판에 적으며) 유전 정보는 변하지 않는다.

교사 : 그러므로 유전정보는 변하지 않는다. 좋아, … 그럼 이걸 보니까 이 그림에 부족한 게 보인다 하는 사람? 네 B 앞으로 나오세요.

(중략)

학생 D : (칠판에 적은 후) 다 됐어요.

교사 : **설명해 주세요.**

학생 D : 일단 세포 수가 많아지는 건 맞는데 크기는 변하지 않고요, 그리고 포배 이후에 착상되는 거까지 잘 표현했어요.

교사 : D는 이 뒤에 포배와 착상 단계를 추가했어요. 여기 세포 수는 많아지고 크기는 변하지 않는 부분에 대해서 내가 피드백을 한번

해보겠다(하는 사람?) … **여기 어떻게 생각해 E야?**

학생 E : (앞에 나가서) 해요?

교사 : 네, 나와 보세요.

학생 E : 이게 크기가 변하지 않는 게 배아 전체의 크기다. 배아 전체의 크기가 변하지 않고요 세포(하나)의 크기는 점점 작아져요.

(MC6 수업, 10/26)

교사는 학생들의 생각을 끌어내어 모형의 평가와 수정이 지속적으로 이루어질 수 있도록 하였다. 학생 A가 모형에 잘 표현된 점으로 "난할이 체세포 분열이라는 것을 잘 표현했다." 라고 말했을 때, 교사는 "난할이 체세포 분열이기 때문에 가지는 특징은 뭐가 있을까?" 라고 학생에게 질문하여 난할 과정에서는 세포 안의 유전 정보가 변하지 않는다는 학생의 설명을 이끌어내었다. 이후에도 여러 학생들이 계속해서 모형에 추가 혹은 수정하고 싶은 내용을 발표하고 교실 앞으로 나와 이를 직접 모형에 표현할 수 있도록 함으로써 모형이 협력적으로 구성되어 나가는 과정을 모든 학생들이 경험할 수 있도록 하였다. 또한, 학생들이 자신의 추론을 바탕으로 서로의 의견을 평가하고 정당화할 기회를 제공하였다. 학생 D는 예시 모형에서 난할 과정을 표현하면서 '세포 수는 많아지고 세포의 크기는 작아진다.' 라고 부연 설명을 덧붙여 놓은 것에 주목하며 난할 과정에서 "세포 수가 많아지는 건 맞지만 크기는 변하지 않는다." 라며 모형 수정의 필요성을 제기하였다. 이에 대해 교사는 같은 모형에 대해 발표하고자 손을 들었던 학생 E에게 어떻게 생각하는지 질문하였고 학생 E는 난할 과정에서 배아 전체의 크기는 변하지 않고 세포 하나하나의 크기는 작아진다는 수업 내용을 근거로 학생 D가 말한 크기가 변하지 않는 것은 난할 과정에서 배아 전체의 크기를 말하는 것이고, 예시 모형에서는 난할 과정에서 세포 하나의 크기가 작아지는 것을 표현한 것이라며 모형을 정당화하였다. 즉, MC6에서 교사는 과학적 모형이 학생들의 다양한 생각을 바탕으로 수정될 수 있음을 경험하게 함으로써 모형 구성 과정에서 학생들이 단순히 정답을 찾는 것을 넘어서 자신의 생각을 자유롭게 표현할 수 있도록 지원하고 많은 학생들이 자신의 추론을

바탕으로 모형을 평가, 수정해 나가는 협력적 모형 구성 과정에 참여할 수 있도록 안내하는 실행을 보였다. 이는 선행 연구에서 강조한 모형 구성에서 학생들의 지식 구성 과정 참여와, 학생들 간의 공동의 의미 형성을 촉진하는 교사의 역할과도 부합하는 모습이었다(Benedict-Chambers *et al.*, 2017; Erdogan & Campbell, 2008; Schwarz *et al.*, 2009; Smart & Marshall, 2013).

행위주체성은 실행에 대해 반성하고 행동하는 교사의 역량에 필수적이며 교사 전문성의 핵심이다(Charteris & Smardon, 2015). 교사는 자신이 가르치는 학생들에게 더 의미 있는 목표를 달성하기 위해 행동할 수 있고, 교사는 추구하는 목표나 결과를 위해 교실에 가져오는 교육과정이나 수업 자료를 변화시키고 재구성하는 과정에서 행위주체성을 발현한다(Eteläpelto *et al.*, 2013; Wallace & Priestley, 2017). 또한 교사가 변화를 실행하기 위해서는 새로운 변화를 선택하고 유지할 수 있는 행동 능력과 주인의식이 필요하며(Balgopal, 2020; Priestley *et al.*, 2012), 교사는 선제적 행위주체성(proactive agency)을 행사할 때 수업에 대한 주인의식을 가지고 자발적으로 변화에 참여한다(Jenkins, 2020). 교사는 MC5 수업 후 자신의 수업이 과학을 잘하는 일부 학생들에게만 도움이 되는 수업이었다는 점을 반성하였다. 그리고 다음 수업에서 많은 학생들이 모형의 평가와 수정에 의미 있게 참여할 수 있는 수업을 만들고자 하는 목표를 가지고 주도적으로 다음 모형 구성 수업을 계획하고 실행하였다. 교사는 이러한 선제적 행위주체성(Jenkins, 2020)을 발현하여 수업에 대해 주인의식을 가지고, 자신이 가르치는 학생들에게 도움이 되는 모형 구성 수업을 만들어 나갔다.

2. 교사 행위주체성의 발현 맥락

2.1. 교사의 경험과 과학적 모형 구성 수업의 충돌로 인한 긴장

MC 5,6은 교사의 경험을 통해 형성된 '좋은 수업'과 일치하지 않았고 그로 인해 교사의 실행에 긴장을 초래하였다. 이러한 긴장은 교사가 처음부터 학생들에게 완전히 주도권을 넘겨주는 모형 구성 수업을 과감하게 시도하기보다는 학생들을 위해 단계적 안내를 제공하는 방향으로 모형 구성 수업을 재구성하는 행위주체성을 발현하게 하였다. 교사는 초기 인터뷰에서, 연구 참여에 앞서 진행된 모형 구성 워크숍에서 논의되었던 수업을 예로 들며 자신이 목표로 하는 수업은 학생들을 사고하게 만드는 수업이라고 말했다. 그에 비해 자신의 현재 수업은 학생들에게 필요한 내용만을 잘 정리해 효율적인 방식으로 전달하는 "공장식 수업"이라고 표현하며 현재의 실행에서 벗어나 학생들을 생각하게 하는 수업으로의 변화를 목표로 모형 구성 수업을 시도하게 되었음을 밝혔다.

> 교사 : (모형 구성 수업에 대해 들었을 때)**아, 이거다 하는 '유레카' 그 느낌이 들었어요.** … 이렇게 약간 애들이 생각하게 만드는, 딱 그런 발상의 전환 한 가지만 있으면 되는데 … **안 그래도 그동안 너무 대학교 때 마음가짐과 다르게 공장식 수업을 찍어내고 있는 스스로의 현실에 회의감이 들던 차였는데 아 이런 거 하면 되게 재미있겠다** 그래서 되게 기대감이 컸어요. (교사 인터뷰, 1차, 9/25)

교사는 대학에서 교육받은 내용을 바탕으로 학생들이 단순히 지식을 잘 받아들일 수 있도록 전달하는 수업보다는 학생들이 스스로 생각할 수 있는 기회를 제공하는 수업이 필요하다는 신념을 가지고 있었다. 그러나 학교에서 근무하는 교사가 가지는 수업에 대한 신념은 예비 교사로서 교육받을 때 가졌던 신념과 다를 수 있으며, 많은 교사들은 교직에 입문한 후 학교 문화에 의해 사회화되면서 보다 교사 중심적이 될 수 있다

(Roychoudhury & Rice, 2013; Simmons *et al.*, 1999). MC5 이전까지 교사의 수업 실행과 인터뷰를 통해 드러난, 교사가 생각하는 좋은 수업은 학생들의 이해에 초점을 맞추어 교사가 설명을 통해 학생들을 이끌어가면서 간단한 질문이나 활동을 통해 학생들이 참여할 수 있는 기회를 제공하는 수업이었다. MC3은 교사가 생각하는 좋은 수업이 어떤 수업인지 잘 보여주었다. 이 수업에서는 염색체 모형을 활용하여 체세포 분열 과정에서 세포 속 유전 물질의 분리 과정에 대해 교사의 단계적인 질문과 설명을 통해 학습한 뒤, 하나의 모세포에서 두 개의 딸세포로 유전 물질이 전달되는 과정에 대한 과학적 모형을 구성하도록 하였다. 학생들의 모형 구성에 앞서, 교사는 체세포 분열의 과정을 "복제, 응축, 염색분체 분리" 라는 세 개의 단어로 정리해 주었다. 그리고 5분 정도의 시간을 주고 체세포 분열 과정에서 유전 물질이 어떻게 분리될 것인가에 대한 학생들의 생각을 "학습지에 한 번 표현을 해 보고" 수업을 마무리하였다. 그리고 이에 대해 최적의 활동이라고 표현하였다.

교사 : 이렇게 그냥 끝내 버리면 **내가 하는 이론식 수업이랑 사실 다를 바 없어질 것 같다**는 생각이 들어가지고 뭔가 **애들이 할 수 있는, 적용할 수 있는 문제**가 있으면 좋겠다 생각을 했는데 **딱 적당한 수준으로, 딱 좋은 간단한 활동, 딱 최적의 활동**이었던 것 같아요.

(교사 인터뷰, 3차, 10/13)

경력 초기의 교사들은 학생들에게 특정한 답을 요구하는 확인용 질문을 주로 사용하면서도 학생이 답할 수 있는 기회를 제공했다는 점에서 자신이 학생 중심 수업을 하고 있다고 여기기도 한다(Roychoudhury & Rice, 2013; Simmons *et al.*, 1999). 교사는 MC3에서 수업의 대부분 동안 교사의 설명과 확인 질문을 통해 학생들이 체세포 분열에서 유전 물질의 분리 과정을 이해할 수 있도록 하는데 중점을 두었고 학생들의 모형 구성에 앞서서는, 핵심 내용을 세 개의 단어로 정리하고 강조했다. 그러나 학생들에게 배운 내용을 적용할 수 있는 기회를 제공했다는 점에서 이 수업이 교사 주도의 설명식 수업과는 다르다고 보았고 수업에 대

한 만족감을 표현하였다. 이를 통해 교사가 생각하는 좋은 수업은 주로 교사의 설명을 통해 개념 이해를 도우면서 학생들이 참여할 수 있는 간단하고, 완료하기 쉬운 활동을 포함하는 수업이라고 추측해 볼 수 있다.

교사의 신념은 개인의 경험, 지식 그리고 감정을 바탕으로 형성된다 (Biesta *et al.*, 2015; Birt *et al.*, 2019; Bryan, 2012; Wallace & Priestley, 2017). 교사가 이러한 수업을 좋은 수업이라고 여기게 된 데에는 학생으로서의 경험과 교사로서의 경험 모두가 영향을 미친 것으로 생각된다.

교사 : **내용을 잘 정리해서 … 그대로 외우기만 하면 머리에 쏙쏙 들어오는 그런 수업을 굉장히 선호했단 말이죠 제가 학교 다닐 때. … 그런 수업이 잘 된 수업이라고 저도 생각했어요.** … 학생중심 활동을 해도 결국 교사가 총정리를 해줘야 될 거 같다고 느낀 게 … 그거 가지고 **시험을 봐야 되잖아요** … 이게 무슨 학생들을 위한 수업이야? … 이렇게 책임감 없는 수업을 하지 않겠다 나는(이라고 생각했어요).
(교사 인터뷰, 5차, 11/9)

교사는 학생으로서 자신의 경험을 바탕으로, 수업에서 배운 내용으로 시험을 봐야 하는 학생들에게 도움이 되는 수업은 결국 교사에 의해 잘 정리된 수업이었으며 학생 중심 활동을 한답시고 학생들에게 오픈된 과제만 제시하고 끝나는 수업은 "책임감 없는 수업"이라고 표현하였다. 또한 교직 첫 해에 경험한 교실 문화에 대해서도 이야기하였다.

교사 : 첫 번째 해 경험을 해 보니까 결국에는 **애들이 좋아하고 잘한다, 인정을 해 주는 수업은 이해 잘 되게 정리 잘해서 넣어주는 선생님인 거예요.** 첫 해 때에는 열심히 쉽게 한다고 (활동 수업을) 하는데 애들이 너 뭔 말인지 알겠냐?' 이러고 있으면 혼자 상처받고 그랬으니까.
(교사 인터뷰, 5차, 11/9)

이는 많은 교사들이 교직에 입문한 후 학교 문화에 의해 사회화되면서

교사 중심의 신념을 갖게 된다는 선행 연구의 결과와도 부합한다(Roychoudhury & Rice, 2013; Simmons *et al.*, 1999). 교사의 설명식 수업을 선호하는 교실 문화에 대한 경험은 결국 학생들이 수업의 내용을 쉽게 이해할 수 있도록 교사가 안내를 제공하는 수업이 필요하다는 암묵적 신념을 형성하는데 영향을 미친 것으로 보인다. 그러나 MC5의 설계 과정에서는 교사에게 제시된 활동지 초안의 형태나 학생 활동에 배분된 수업 시간, 교사에게 요구되는 역할 등에서 교사가 아닌 학생들이 주체가 되어 모형을 구성해 나가는 활동임이 명시적이었다. 여기서 교사는 지금까지 진행해 온 모형 구성 수업(MC1~4)이 자신이 바꾸고자 했던 교사 중심의 수업과 크게 다르지 않았음을 인식하고 실행에서 변화의 필요성을 느낀 것으로 보인다. 교사는 MC6 후 진행된 인터뷰에서 MC5, 6 을 준비하면서 깨닫게 된 차이와 그로 인해 겪었던 긴장에 대해 설명했다.

교사 : 짱구 전(MC5, 6 이전) 활동은 뭐랄까 모델링 그런 건 잘 모르겠고 그냥 제가 생각하는 활동형 수업이었어요. … **3차시도 뭔가 (그 당시에) 내가 생각했을 때는 '아 이거 진짜 애들이 모델링할 수 있을만한 스캐폴딩이다.' 생각했지만 지나고 보니까 결국 그것도 교사 중심 수업인 것 같아요.** 교사가 사실 다 이끌었고, 정해진 질문에 애들은 대답만 할 수 있었으니까. **짱구 수업을 하기 전에는 제 입맛대로 수업을 구성해서 한 느낌이었어요. 근데 짱구는 제가 해보지 않은 수업이었던 거죠. 그래서 거기에서 오는 뭔가 거부감이라고 해야 될까? 공포심이라고 해야 될까 두려움이라고 해야 될까 그런 게 되게 컸고 그런 게 어려웠는데…** (교사 인터뷰, 5차, 11/9)

교사는 MC5 이전의 모형 구성 수업에 대해 교사가 설명을 제공하고 학생들은 정해진 질문에 대답만 할 수 있었던 수업이었다는 점에서 교사에게 익숙하고 편한 방식으로 구성한 교사 중심의 활동형 수업이라고 평가하였다. 특히 교사의 경험을 바탕으로 형성된 좋은 수업이 무엇인지를 잘 보여주었던 MC3에 대해서도, 그 당시에는 교사 중심의 설명식 수업

과 다른 수업을 했다고 평가하며 만족감을 표현하였으나 MC5 수업을 경험하고 나서는 MC3 역시 학생들의 개념 이해에 초점을 두고 교사가 주도적으로 이끌어가는 수업이었다는 점에서 교사 중심 수업이라고 재평가하였다. 그리고는 MC5 수업을 처음 접했을 때 경험한 긴장을 “거부감, 공포심, 두려움” 과 같은 용어로 설명했다. 이를 통해 교사가 MC5를 준비하는 과정에서 자신의 실행에서 변화의 필요성을 인식했고 이것이 교사에게 변화와 도전의 맥락으로 작용했음을 확인할 수 있다.

교사가 이러한 긴장을 경험한 이유는 모형 구성 수업이 교사의 경험을 통해 형성된 좋은 수업과 일치하지 않았기 때문으로 생각된다. 교사는 MC5를 준비하는 과정에서 모형 구성 수업이 학생들이 원하는 수업과는 다르고, 그로 인해 우려되는 점에 대해 언급했다.

> 교사 : 애들한테 이게 **쓸데없는 시간이라고 인식이 안 됐으면 좋겠어요. 저희 학교 애들은 이론 수업을 하면 엄청 열심히 집중해요 진짜로. 진짜 안 듣는 애 거의 없고 다 필기까지 하면서 열심히 듣는데** 활동을 하면 안 듣는 애들이 좀 많아져요. … (협력적 성찰, 10/13)

또한 교사는 학생들의 자율적 모형 구성이 성공하기 어려울 것이라고 생각했다. 이는 학생들의 주체적 모형 구성을 목표로 하는 수업에서 교사가 직접적인 설명을 제공할 수 없고, 그렇다고 학생들이 교과서를 통해 쉽게 답을 찾을 수도 없는 과제라는 점에서 학생들에게 충분한 안내와 도움이 부족하다고 생각했기 때문이다.

> 교사 : 5차시 수업을 준비하면서 … **애들이 못할 거 같은데 그렇다고 애들이 그 시간에 교과서를 막 뒤적거려서 이걸 하면서 배울 수 있는 활동이 아닌 거 같다는 생각이 들었어요.** … 기본 **지식이 없는 애들은 이 한 시간 동안 아무것도 못 하고 … 나도 막 뭔가 도움을 주거나 학습이 일어날 수 없는 과제라고 생각을 했어요.** (교사 인터뷰, 4차, 10/28)

이는 학생들이 원하고 필요로 하는 수업은 교사가 잘 정리된 설명과

안내를 제공하는 수업이라는 교사의 암묵적 신념과 맞지 않았기 때문에 교사의 실행에 긴장을 초래한 것으로 보인다.

과학 교육, 학생, 좋은 과학 수업에 등에 대한 교사의 신념은 교사가 수업을 해석하고 실행하는데 필터로 작용하며(Biesta *et al.*, 2015; Davis, 2003; Priestley *et al.*, 2012; Wallace & Priestley, 2017), 교육 상황과 관련하여 교사가 가진 지식, 신념 및 가치의 통합된 집합인 실천적 지식(practical knowledge)은 암시적일 수 있고, 교사가 가르치는 학생, 교육과정, 학교 문화 등을 포함한 상황에 맞게 조정된다는 점에서 맥락 특이적이며 교사가 교육적 변화에 대응하는 방식에 크게 영향을 미친다(Lotter *et al.*, 2007; Sanders & McCutcheon, 1986; Van driel *et al.*, 2001). 모형 구성 수업에서 요구되는 변화와 교사의 경험의 불일치로 인한 긴장은 교사가 과감하게 모형 구성 수업을 위한 변화를 시도하기보다는 수업 변화에 대한 목표와 자신의 경험을 바탕으로 형성된 수업에 대한 암묵적 신념 사이에서 협상을 시도하며 학생들에게 단계적 지원을 제공하는 방향으로 모형 구성 수업을 재구성하여 실행하도록 한 것으로 보인다.

2.2. 수업에 대한 교사의 불만족

MC5 수업이 끝난 후, 교사는 이 수업에 대해 교사 자신도, 학생들도 만족하지 못한 수업이라고 평가하였다.

교사 : 애들이 힘들어하는 거 보니까 저도 절망하고 곤혹스러웠던 거 같아요.
… **저도, 애들도, 그렇다고 연구자 선생님들도 만족하지 못하는 수업이 된 것 같아서 너무 화가 났었어요.**

(협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

교사가 수업에 대해 불만족한 이유는 자신이 추구해 온 교육적 가치에 맞지 않는 수업을 했다고 평가했기 때문이었다.

교사 : … 누구든지 할 수 있는 과제를 주는 게 저한테 되게 중요한 교육관 … **지금 이 시간에 의지가 있으면 내가 너 충분히 공부할 수(있게 도와줄 수) 있다 이런 걸 심어주는 게** … 지금까지 제가 되게 중요한 거라고 생각했던 거 같아요. … **과학이 너무 어려운 게 아니라 … 흥미를 가지게 하는 게 저의 가장 큰 교육관이란 말이에요. 그래서 저는 (모형 구성을 제대로 하지 못한) 얘네들이 너무 신경이 쓰이는 거예요. 얘네는 이걸 못하니까.** (협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

교사는 학생들이 과학에 흥미를 가지게 하고, 공부를 하고자 하는 마음만 있으면 누구라도 참여할 수 있는 수업을 만드는 것을 자신의 수업에서 추구해야 할 중요한 가치라고 여겼다. 이는 교사가 그동안 낙오되는 학생들 없이 많은 학생들이 내용을 쉽게 이해할 수 있도록 잘 정리된 교사 중심의 과학 수업을 실행해 온 데에도 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 그러나 MC5 수업을 진행하는 과정에서는 많은 학생들이 모형 구성을 어려워하며 계속해서 교사에게 도움을 요청했고, 교사가 수업을 진행하면서 느끼기에 평소 과학 성적이 좋은 몇 명의 학생들을 제외한 대부분의 학생들은 제대로 된 초기 모형조차 완성하지 못했다고 생각했기 때문에 결과적으로 성적이 좋은 소수의 학생들만을 위한 수업을 했다고 평가한 것이다.

교사 : 솔직히 진짜 수업 자체가 좀 엉망진창이었다고 생각을 했어요. … **잘하는 애들 다섯 명만 데리고 수업을 했다. 나머지 애들은 … 제가 스스로한테 든 생각은 걔네를 버렸다. 이런 마음**이었어요. …

연구자 : 그럼 그 나머지 아이들을 위한 수업이 되려면 어떻게 했어야 했을까요?

교사 : … 어려워할 거를 사실 제가 알고 있었는데, 그러면 어떤 식으로 도움을 줄지 그런 것도 사실 제가 미리 생각을 해 봤어야 됐다고 생각을 해요. … **선생님들이 이상적인 수업을 주시면, 그걸 다른 애들을 생각해서, 다른 애들도 할 수 있게 수정을 하는 게 사실 교사가 해야 될 일이라고 생각을 해요.** 그래서 그거를 제가 했어야 됐는데 … (교사 인터뷰, 4차, 10/28)

MC5 활동은 단원 마무리 활동으로 계획되었기 때문에 수업 설계 과정에서 MC5 활동지는 학생들이 이번 단원에서 배운 내용을 이해하고 있다는 것을 전제로 구성되었다. 그러나 교사는 평소 과학 수업에서 파악한 학생들의 특성을 고려했을 때, 학생들이 MC5의 과제를 어려워할 것을 예상했음에도 어려움을 겪는 학생들을 어떻게 지원할 수 있을지에 대한 준비가 미흡했음을 반성하였다. 그리고 연구자들이 제안한 모형 구성 수업이 아무리 이상적이고 좋은 수업이라 하더라도, 그것이 자신이 가르치는 학생들에게 유의미한 수업이 되기 위해서는 학생들에 대해 가장 잘 알고 있는 교사 자신이 학생들과 교실의 맥락에 맞게 제안된 수업을 적절하게 재구성할 필요성이 있음을 인식한 것으로 보인다.

교사는 스스로 불만족을 인지할 때 그 불만족을 해결하기 위해 기꺼이 위험을 감수하고 변화하고자 하며, 자신의 불만족의 원인을 파악하고 이를 완화하기 위한 잠재적 해결책을 찾아나가는 행위주체성을 발현할 수 있다(Balgopal, 2020; Lotter *et al.*, 2007). 또한 교사는 자신의 교육학적 원칙이 위협받는다고 느낄 때, 변화를 실행함으로써 행위주체성을 성취하며 교사가 무엇을 가치 있게 여기는지, 어떠한 신념과 목표를 가지고 있는지는 교사 행위주체성의 토대가 된다(Balgopal, 2020; Wray & Richmond, 2018). 교사는 MC5 수업을 진행하면서 자신이 과학을 잘하는 다섯 명의 학생들만을 위한 수업을 했다고 평가했다. 이는 교사가 추구해 온 교육적 가치 즉, 모든 학생들을 위한 과학 수업을 충족시키지 못했기 때문에 스스로의 수업에 대해 만족하지 못했다. 그리고 이는 교사가 다음 수업(MC6)을 준비하는 과정에서 모든 학생들이 참여할 수 있는 모형 구성 수업을 만들고자 하는 목표를 가지고 주도적으로 다음 수업을 계획하고 실행하는 행위주체성을 발현하는데 영향을 미친 것으로 해석된다.

2.3. 모형 구성 수업의 의미와 가치 인식

연구진과의 성찰은 교사로 하여금 모형 구성 수업의 의미와 가치를 인

식하게 함으로써 교사가 모형 구성 수업에 대해 자신감을 가지고 주도적으로 다음 수업을 계획하고 실행하는 행위주체성을 발현하도록 했다. MC5 수업 후 진행된 협력적 성찰의 과정 초반에 교사는 학생들의 MC5 활동 결과물에 대해 학생들의 목표 모형 도달 여부에만 초점을 두고 대부분의 학생들이 아예 초기 모형을 구성하지 못했다고 평가하였다.

교사 : 여기는 자기가 쓴 거고 이 뒤는 (다른 애랑) 똑같네. … 얘는 (다른 애랑) 똑같고… 교과서 그냥 베낀 거고. 이것도 그냥 칠판에 있는 거 따라 한 거밖에 안되고 … (협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

교사는 학생들의 활동 결과물에 대해 다른 친구의 것과 비슷하게 그린 것 혹은 교과서에 제시된 그림과 비슷하게 그린 것, 교사가 칠판에 그린 것과 비슷하게 그린 것 등을 단순히 “베낀 것”이라고 평가하였다. 이때까지 교사는 학생들이 모형을 구성하는 과정에서 이루어진 추론이나 아이디어의 발달보다는 학생들의 활동지에 표현된 결과물 자체의 수준만을 판단하는 모습을 보였다. 이때 교사는 목표 모형을 완성하는 것을 모형 구성 활동의 중요한 목표라 생각하고, 학생들이 다음 활동을 통해 목표 모형에 가깝게 도달했을 때 의미 있는 모형 구성이 될 수 있다고 이해한 것으로 보인다. 이는 교사의 질문을 통해 추측해 볼 수 있었다. MC5 후 진행된 협력적 성찰에서 교사는 MC6에서 학생들에게 예시 모형을 제공했을 때, 자신의 초기 모형도 제대로 구성하지 못한 학생들이 예시 모형을 보고 자신의 모형과 비교하여 최종 모형에 가깝게 완성할 수 있을지 질문하였다.

교사 : 6차시 활동을 하는 이유가 그 과정을 거쳐서 내 모형을 수정하게 하려고 하는 거잖아요.

연구자 K : 그렇죠. **수정의 필요성을 알려고 하는 거니까**.

교사 : 네. **최종 목적은 내 모형을 수정해서 내 모형을 더 완성시키는 건데** … 내가 가지고 있는 모형의 한계점을 느끼고 ‘아 이렇게 추가해야 되는구나’라는 깨달음을 얻고, 내가 좀 더 완성된 모형으로 수정할

수 있을만한 그 사이에 충분한 그런 작용이 있는지 모르겠어요.

연구자 E : 아무것도 안 그린 애가 어떤 (예시) 모형을 받았죠. 그걸 보고서 뭔지 모르지만 '어 얘는 이걸 그렸네?' … 그리고 '정자라고 쓴 게 맘에 든다.' 라고 (생각하고) 쓰겠죠. … 그리고 걔한테 자, 너의 모형을 수정해봐. 라고 하면 **거의 저걸(예시 모형) 똑같이 따라 그리겠죠. 근데 그 과정이, 선생님이 보기에는 큰 의미가 없는 것 같다?**

교사 : 네. **그게 진짜 걔 모형의 발전인지 모르겠어요** 저는.

(협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

교사는 MC6 활동의 최종 목적은 결국 학생들이 모형의 수정을 통해 자신의 모형을 목표 모형에 가깝게 완성시키는 것이라 보고, 모형의 비교를 통해 부족한 부분이나 수정하고 싶은 부분을 찾아내 목표 모형까지 발달시켜 가는 과정이 이루어져야 하는데 제대로 된 자신의 초기 모형도 구성하지 못한 학생이 예시 모형을 보고 단순히 베끼는 과정에서 목표 모형에 도달할 수 있을 만큼의 비교와 평가가 이루어질 수 없을 것이라고 보았다. 이에 연구진은 학생들의 활동 결과물을 바탕으로 목표 모형의 도달 여부와는 상관없이 학생들이 서로 다른 모형을 비교하여 자신의 모형을 조금이라도 발전시켜 나가는 과정 자체가 충분히 유의미한 모형 구성 활동이고, 낮은 수준의 초기 모형을 구성한 학생들에게서도 이러한 과정이 일어날 수 있음을 설명하였다.

연구자 K : … 잘한 걸 보고 모사를 하는 거 자체도 가장 낮은 수준의 학습이긴 하잖아요. … 이렇게 보고 그리는 과정에서 정말 생각 없이 그리지는 않을 거 같거든요. … 동그라미 두 개가 아니라 세포?(를 그렸네?) 세포. 이렇게 그릴 거 같아서 그것도 조금 의미가 있지 않을까 싶어요.

(중략)

연구자 K : 만약에 얘한테 우리가 이걸 줬단 말이에요. 그러면 이거 (자기 모형)랑 이거(예시 모형)의 차이점을 캐치할 까요? 저는 이걸 인식을 한다면 의의가 있다고 생각하거든요.

교사 : 음...맞아요. 네.

연구자 K : (예시 모형에는 DNA가)두 개네? 난 한 갠데. 여기 왜 두 개야? 선생님 왜 두 개예요?라고 물어볼 수도 있고. 이거의 다름을 인식만 할 수 있다면 수정 활동이 의미가 있죠.

(중략)

교사 : 맞아요. 제 고민은 원래 그거였거든요? … 내가 그림을 그렸어. 근데 거기에 대해서 사실 어떠한 피드백도 못 받은 거고 저거였네? 라고 교정이 안 이루어진 상황에서, 이걸 다시 한 번 그리게 하는 게 이게 모형의 구성이고 수정일까? 라는 의문이 들었는데 만약에 그런 상호작용이 이 활동을 하면서 보완이 될 수 있으면 괜찮을 거 같아요. (협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

처음에 교사는 학생들이 예시 모형을 보고 단순히 베끼기만 하는 것은 모형 구성이라고 할 수 없고, 그 과정에서 모형의 비교와 평가를 통한 학습이 일어날 것이라고 생각하지 않았다. 그러나 학생들의 구체적인 결과물을 바탕으로 한 대화를 통해 교사가 단순히 베끼기라고 평가했던 과정에서도, 그것이 비록 낮은 수준이라 하더라도 의미 있는 모형 구성과 학습이 일어날 수 있음을 이해하게 된 것으로 보인다. 교사는 이후 인터뷰에서 학생들의 결과물을 바탕으로 한 연구자들과의 상호작용을 통해 모형 구성에 대한 이해가 높아졌음을 언급하였다.

교사 : 연구실에 가기 전까지는 '초기 모형? 안됐어. 상호작용? 없어. 근데 다시 그려? 그게 무슨 모형 수정이야 재작성이지.' 라는 생각이 강했는데 … **구체적으로 딱 그 애들이 한 걸 놓고 애들이 이 정도만 작성해도 이건 초기모형이라고 볼 수 있다. 라고 들으니까 그렇구나.** 들으니까 **수긍이 됐어요.** (교사 인터뷰, 4차, 10/28)

모형 구성에 대한 교사의 이해 발달은 교사가 자신의 MC5 수업을 평가하는 데에도 영향을 미쳤다. 교사는 MC5 후 진행된 협력적 성찰 과정 초반에는 학생들의 활동 결과물에 대해 단순히 베낀 것이고 이 활동을 통해 학생들이 아무것도 배우지 못한 것 같다는 말을 반복하며

모형 구성 수업이 교사 주도의 설명식 수업보다 많은 학생들에게 도움이 되는 수업인지 확신하지 못하는 모습을 보였다. 그러나 학생 결과물을 다시 검토하는 과정에서 많은 학생들이 목표 모형을 완성하지는 못했더라도 모형을 구성하는 과정에서 자신의 생각을 표현하고, 추론이 일어났으며, 그것이 충분히 의미 있는 초기 모형이 될 수 있음을 깨닫고 학생 활동 결과를 다르게 평가하였다. 다음은 협력적 성찰에서 학생들의 MC5 활동지를 검토하면서 주고받은 담화 내용이다.

교사 : 얘는 교과서를 보고 썼습니다. 얘도 이거 보고 그렸어요. … 얘는 되게 열심히 했는데 아무것도 몰라서 이걸 보고 그대로 그렸어요.
연구자 : 그럼 이 글은요?
교사 : 글은 잘 썼네요. 1+1이라고..
연구자 K : 심지어 자기 말로 썼어요(교과서를 그대로 베낀 게 아니라).
교사 : 네 잘 썼네요.
연구자 K : 이것도 자기 생각을 쓴 거 같은데. 그냥 베낀 건 아니고.
교사 : …얘는 잘했는데? 얘는 너무 잘했는데요.

(협력적 성찰, MC5 후, 10/24)

처음에 교사는 학생이 아무것도 몰라서 다른 학생의 활동지를 그대로 베꼈다고 평가했다. 그러나 연구자의 안내에 따라 학생의 글을 다시 찬찬히 읽어본 후에는 이 학생이 정자와 난자가 만나 수정되는 과정을 자신만의 방식으로 표현했음을 확인하고는 학생의 모형 구성 결과물을 다르게 평가하였다. 그리고 이후에는 다른 학생의 활동지를 검토하면서 수업 중에 학생이 교사에게 했던 질문과 그 학생의 모형 구성 결과물을 연결 지으며 학생이 질문을 통해 이해한 바가 모형을 통해 드러남을 확인하고 놀라워하였다. 그리고는 이 학생이 평소 과학을 잘 못 하는 학생이었음에도 모형 구성 과정에서 “엄청난 학습이 일어났다”라고 평가하였다. 교사는 이후 인터뷰에서, MC5 수업에 대한 평가가 달라졌음을 보여주었다.

교사 : MC5 활동을 진행하면서 애들이 되게 못했다. 엄청 난처해하고, **활동을 거의 못했다고 생각을 했는데** … 한 장 한 장 보니까 그래도 **뭔가 쓴 애들이 생각보다 많았어요.** … 아 애네가 했구나, **이 과정에 대해서 애들이 생각을 해 봤고** 이걸 이해를(했네), 이 정도 하면 **잘한 거 아닌가? 라는 생각을 했어요.** (교사 인터뷰, 4차, 10/28)

즉 교사는 MC5 직후에는 학생들의 목표 모형 도달 여부에 중점을 두고 결과물의 수준만을 평가하던 것에서, 성찰 후에는 모형 구성 활동 과정에서 일어난 학생들의 사고와 추론을 볼 수 있게 되었다. 이는 교사가 자신의 실행을 분석하는 것은 대안적인 관점을 제시하고 다르게 행동할 수 있게 한다는 선행 연구의 결과와 부합한다(Grossman *et al.*, 2009; Priestley *et al.*, 2015). 또한 교사는 새로운 교수 아이디어가 그럴듯한 지 교실에서 개념적으로 그리고 경험적으로 테스트하고, 그 경험과 결과에 대해 반성하고, 이를 반영하여 자신의 실행을 안내하는 이론을 수정한다(Sanders & McCutcheon, 1986). 이때 새롭게 제안된 변화가 자신의 목표와 얼마나 부합하는지를 고려하고 그것이 기존의 교수 실행보다 가치 있다고 여길 때 변화를 실행할 동기를 부여받는다(Davis *et al.*, 2016). 교사는 수업을 성찰하는 과정에서 목표 모형의 도달 여부만이 아닌, 모형 구성 과정에서 일어난 학생들의 사고와 추론에 초점을 맞출 수 있게 되었다. 이로 인해 학생들의 모형 구성 결과물을 다르게 바라보고 자신의 수업을 새로운 관점에서 평가할 수 있게 되었다. 교사는 성찰을 통해 자신의 경험을 반영하여 특정 상황에서의 의사결정을 안내하는 목적을 수정할 수 있고, 이는 교사의 행위주체성을 강화할 수 있다(Leijen *et al.*, 2020). 뿐만 아니라 교사가 새로운 교실 활동을 고안하고, 그에 대한 결과로써 증거를 얻고, 결론을 도출하는 기회는 교사로 하여금 경험과 자신감을 얻게 하는 주된 방법이며 이러한 자신감은 교사 행위주체성의 중요한 지렛대가 될 수 있다(Balgopal, 2020; Birt *et al.*, 2019; Jenkins, 2020; McNicholl, 2013). 모형 구성 수업 대해 수업 직후에는 과학을 잘하는 다섯 명의 학생만을 위한 수업이라고 평가하던 것에서 교사가 생각했던 것보다

많은 학생들이 수업에 참여했고 그 결과가 유의미함을 깨닫게 된 것은 교사가 모형 구성 수업의 의미와 가치를 받아들이고, 모형 구성 수업에 대해 자신감을 가질 수 있도록 했다. 그리고 이는 교사가 다음 수업(MC6)에서 모형 구성의 본질이라 할 수 있는, 학생이 주체가 되어 모형을 평가하고 수정하는 협력적 모형 구성이 활발히 이루어질 수 있도록 학생들의 상호작용을 촉진하는 전략을 주도적으로 고안하고 실행하는 행위주체성을 발현할 수 있도록 했다.

2.4. 협력과 소통을 통한 비판적 성찰

연구진과 함께 모형 구성 수업을 설계하고 실행 및 성찰하는 경험은 교사가 스스로의 실행을 점검할 기회를 제공함으로써 자신의 목표에 따라 수업 변화를 위한 행위주체성을 발현하는데 중요하게 작용했다. 교사는 교직에 발령받은 후의 경험을 바탕으로 학교 현장에서 수업에 대해 충분히 고민할 시간의 부족과 협력의 부족을 강의식 수업을 하게 된 가장 큰 이유로 꼽았다.

연구자 : 학생 중심 수업 지향을 가진 교사도 학교에 가면 강의식 수업을 하는 것으로 바뀐다는 것에 매우 동의한다고 했는데 왜 그렇게 되는 거 같아요?

교 사 : **교사가 수업에 대해서 충분히 고민할 시간 자체가 없다고 봐요.** 처음 학교에 배정받았을 때 수업 시수가 21이었고 (그래서) 학교에서는 수업만 하다 끝나는데 … (제가) 저희 학교 과학 업무를 다 하고 있었어요. … 첫 해 기억은 학교는 정글이다. … 수업을 나눠 들어가는 선생님이 있을 줄 알고 좀 물어보면서 해야지 생각했는데 … **그냥 다 알아서 혼자 공부하고 혼자 수업하고 … 그냥 하루살이로 되는 만큼** 계속 공부해서 주말 내내 인터넷 강의 보고 **수업 짜고 평일에는 학교에서 버티고 … 내가 원하는 수업이 뭐였는지**, 수업을 어떻게 하는 게 더 효과적인지 이런 거에 대해서 **아예 생각할 겨를이 하나도 없었어요.** (교사 인터뷰, 5차, 11/9)

그러나 연구 참여 과정에서 연구진들과 새로운 수업에 대해 함께 고민하고 이를 직접 실행하는 과정은 교사에게 스스로의 수업을 점검할 수 있는 성찰의 기회를 제공함과 동시에 익숙했던 실행에서 벗어나 자신이 목표로 하는 수업으로의 변화를 시도할 수 있는 발판이 되었다.

교사 : 이렇게 수업하고 싶다 생각은 하지만 이런 거 저런 거 치이다 보면 어느 순간 '이제 내가 원하는 수업을 해야지' 하는 게 쉽지 않잖아요. 근데 어쨌든 **이 프로젝트 수업을 하니까 약간 관리 감독 부분이 있는 거 같아요. … 내 교육관에 맞는, 내 신념에 맞는 수업을 해야 되지 않을까 그런 생각들을 하면서 좀 더 도전적인 것들을 시작하게 된 계기가 된 거 같아요.** … 내용을 잘 포장하고 잘 정리하고 조직화해가지고 애들한테 떠먹여 주는 수업에서 방향을 틀어가지고 애들이 직접 좀 해보고, 직접 생각해보는 그런 수업을 하려고 시도를 했고 … (교사 인터뷰, 5차, 11/9)

교사는 일방적으로 지식을 전달하는 수업보다는 학생들이 주체가 되어 사고하게 하는 수업을 하고자 하는 목표를 가지고 있었다. 그러나 학교 현장에 발령받은 후에는 익숙하지 않은 현장 업무와 도움을 주고받을 수 있는 동료 교사의 부재 등으로 인해 수업에 대해 충분히 고민할 시간을 갖지 못했고 그저 하루하루의 수업을 혼자서 해치우듯이 해나가야 하는 일상의 반복 속에서 어느새 자신이 추구하는 수업은 뒤로 미뤄둔 채 수업의 내용을 잘 정리해서 학생들에게 전달하는 "가장 경제적인" 수업에 익숙해져 왔다. 그러나 모형 구성 수업을 실행하고 성찰하는 과정은 교사로 하여금 스스로의 수업을 관리 감독할 수 있게 했고 이는 익숙해진 실행에서 방향을 돌려 자신이 목표로 했던, 학생들이 주체가 되어 생각하게 하는 수업을 만들고자 하는 의도적인 실행을 이끌어 낼 수 있는 원동력이 되었다. 이는 교사 행위주체성의 발현을 위한 핵심적 지원은 교사가 자신의 실행에 대한 비판적 성찰을 통해 스스로의 신념과 가정을 되돌아볼 수 있는 기회를 제공하는 것이라는 선행 연구의 결과를 지지한다(김정윤, 2019; 이창수, 2020; Charteris & Smardon, 2015;

Leijen et al., 2021). 또한 연구진들과의 협력과 소통은 교사가 수업에 대한 고민을 나누고, 도움을 주고받을 수 있게 함으로써 그동안 쉽게 시도하지 못했던 학생이 주체가 되는 수업에 도전할 수 있도록 했다. 이는 대화적 교류를 통해 교사의 아이디어와 신념을 재정립(reshape) 할 수 있는 기회를 제공할 수 있고, 이를 바탕으로 교사는 위험을 감수하고 변화를 시도할 수 있다는 선행 연구의 결과와도 부합한다(김정윤, 2019; Charteris & Smardon, 2015; McNicholl, 2013).

제 5 장 결론 및 제언

본 연구에서는 교사가 학생들의 주체적 지식 구성을 강조하는 새로운 교수·학습 방법으로서 과학적 모형 구성 수업을 실행하고 성찰하는 과정을 탐색하였다. 이를 바탕으로 교사는 어떠한 행위주체성을 발현하여 자신의 수업을 능동적으로 실행해 나가며, 이러한 행위주체성은 어떠한 맥락에서 발현되었는지 분석하였다.

교사는 학생이 주체가 되는 모형 구성 수업을 위해서는 교사가 원하는 대로 이끌어가는 활동형 수업에서 학생들에게 주도권을 넘겨주는 방향으로 자신의 실행에서 변화가 필요함을 인식하였다. 그러나 처음에 교사는 과감하게 수업에서의 변화를 시도하기보다는 학생들이 모형 구성 활동에 좀 더 쉽게 참여하고 활동을 완료할 수 있도록 단계적인 안내와 도움을 제공하는 방향으로 모형 구성 수업을 재구성하여 실행하였다. 이러한 실행은 수업 변화에 대한 교사의 목표와 교사 중심의 설명식 수업을 선호하는 교실 문화에 대한 경험 사이에서 협상한 결과였다. 그러나 교사는 학생이 주체가 되는 모형 구성이 이루어질 수 있도록 변화된 수업을 주도적으로 설계하고 실행하는 행위주체성을 발현하기도 하였다. 교사가 추구하는 교육적 가치와 목표는 교사가 스스로의 수업에 대한 주인의식을 가지고 모형 구성 수업을 설계하고 실행하는 원동력이 되었으며, 연구진과의 협력과 소통은 교사로 하여금 스스로의 실행을 돌아보고 점검하는 성찰의 기회를 제공하고 익숙한 실행에서 벗어나 자신의 목표에 따라 수업 변화를 위해 도전하는 행위주체성을 발현하도록 촉진하고 지원하였다.

본 연구에서 과학적 모형 구성 수업에서 드러난 교사의 행위주체성과 행위주체성이 발현된 맥락을 탐색한 것은 다음과 같은 의의를 가진다. 첫째, 교실 수업에서 교사 행위주체성의 성취에 대한 경험적 데이터를 제공한다. 교사 행위주체성은 교사의 실행을 폭넓게 이해하는 데 도움이 되는 개념으로 주목받고 있지만, 아직까지 국내에서는 교사의 실제 수업 실행을 행위주체성의 관점에서 들여다본 연구는 거의 없었다. 본 연구에

서는 과학적 모형 구성 수업이라는 새로운 교수·학습 방법의 도입으로 인한 변화와 도전의 상황에서 교사의 실행을 행위주체성의 관점으로 탐색함으로써 실제 교실 수업에서 교사 행위주체성의 발현에 대한 경험적 데이터를 제공한다.

둘째, 교사 행위주체성이 교사의 실행을 이해하는 유용한 도구가 될 수 있음을 보여준다. 행위주체성의 관점으로 교사의 실행을 들여다보는 것은 주로 교사의 지식과 이해에 초점을 맞추어 교사의 수업 실행을 설명해 온 기존 연구들과 달리 교사가 수업을 준비하고 실행, 성찰하는 과정에서 내리는 판단과 의사결정의 과정을 볼 수 있게 하였으며 교사의 지식뿐 아니라 교사의 경험, 학교와 교실 문화, 교사가 추구하는 교육적 가치와 목표, 동료와의 협력 역시 교사의 실행에 영향을 미치는 중요 요인임을 보여주었다.

셋째, 교사가 자신의 실행을 성찰하는 것의 중요성을 보여준다. 성찰의 기회는 교사가 스스로의 실행을 점검하고 자신의 신념과 목표에 따라 수업 변화를 시도하는 행위주체성을 이끌어내었다. 새로운 수업 자료와 그에 대한 지식 전달만으로 수업이 변화되는 것은 아니었다. 교사가 수업에 대한 성찰을 통해 모형 구성 수업의 의미와 가치를 받아들이고, 자신의 수업을 다른 관점에서 평가할 수 있게 된 것은 모형 구성 수업에 대한 자신감을 가지게 함으로써 주도적으로 변화된 수업을 설계하고 실행하는 행위주체성의 발현을 촉진하였다. 그리고 이 과정에서 협력과 소통은 교사의 비판적 성찰을 지원하였다. 이는 교사가 변화의 근본적 원리를 충분히 이해하고 받아들일 때 진정으로 실행의 변화에 성공할 수 있다는 선행 연구의 결과를 지지한다(Bryan, 2012; Ketelaar *et al.*, 2012; Lotter *et al.*, 2007; Marco-Bujosa *et al.*, 2017; Wallace & Priestley, 2017). 교사가 자신의 실행을 변화시키기 위해서는 변화를 실행하는 경험과 이러한 변화를 비판적으로 반성하는 시간이 필요하다(Martin, 2006). 또한 실제 교수를 통해 새로운 교수법을 경험한 교사는 이에 대한 이해를 높이고 발전시킬 수 있으며 교수·학습에 관한 신념과 태도의 변화는 새로운 행동을 실행하는 것에서 비롯된다(Davis,

2003). 따라서 단순히 자료나 정보의 제공뿐 아니라 교사가 변화에 도전하고 자신의 실행에 대해 충분히 성찰할 수 있는 기회를 제공함으로써 교사 스스로의 가치와 판단에 기반하여 주도적으로 변화를 실행하고자 하는 행위주체성을 발현할 수 있도록 지원하는 것이 필요하다.

본 연구는 최근 증가하고 있는 교사 행위주체성 연구에 경험적 사례를 추가하며, 교사의 실행을 깊이 있게 이해하고 이를 바탕으로 교사의 행위주체성 발현을 지원할 수 있는 전략을 마련하는데 기여할 것이다. 또한 보다 장기적인 관점에서 교사의 실행을 관찰하고, 교사의 실행을 둘러싼 역동과 그에 영향을 미치는 요인들을 탐색하는 것 또한 의미 있을 것이다.

참 고 문 헌

강남화. (2017). 과학 탐구와 과학 교수학습에서의 모델과 모델링에 대한 교사들의 인식. *한국과학교육학회지, 37*(1), 143-154.

교육부. (2015). 2015 개정 과학과 교육과정. 2015-74 [issue 9].

김선아, 이신영, & 김희백. (2015). 협력적 성찰과 과학 논변수업 실행에서 드러난 교사의 논변특이적 PCK 탐색. *한국과학교육학회지, 35*(6), 1019-1030.

김정윤. (2019). 교사 행위주체성에 관한 체계적 문헌 조사와 지원 방안 탐색. *교육문화연구, 25*(5), 105-128.

소경희, & 최유리. (2018). 학교 중심 교육 개혁 맥락에서 교사의 실천 이해: '교사 행위주체성' 개념을 중심으로. *교육과정연구, 36*(1), 91-112.

심수연. (2020). 교사학습공동체에 참여한 한 고등학교 교사의 과학적 모델링에 대한 이해 및 수업 실행 변화 탐색-프레임 분석을 중심으로. *한국과학교육학회지, 40*(1), 29-40.

엄장희, & 김희백. (2020). 과학 모델링 수업에서 나타난 초등 교사의 수업 실행 변화-모델링 PCK 를 중심으로. *한국과학교육학회지, 40*(5), 543-563.

오필석, 전원선, & 유정문. (2007). 10 학년 과학 교과서 지구 분야에 등장하는 과학적 모델 분석. 한국지구과학회지, 28(4), 393-404.

이성회. (2017). 교사 행위자성 (Teacher Agency) 개념모델이 교사학습공동체 논의에 주는 도전과 함의. *Andragogy Today, 20*, 1-27.

이신영, 박소현, & 김희백. (2016). 소집단 논변활동에 대한 협력적 성찰을 통한 중학생들의 소집단 규범과 논변 활동 능력 발달 탐색. *한국과학교육학회지, 36*(6), 895-910.

이창수. (2020). 교사 행위주체성 (Teacher Agency) 성취를 위한 교

사학습공동체의 대안적 접근. *한국교원교육연구, 37*, 1-26.
이혜경, & 김희백. (2021). 변화의 주체로서 과학 교사의 행위주체성 탐색-COVID-19 에 따른 원격 수업 실행 사례를 중심으로. *한국과학교육학회지, 41*(3), 237-250.
조은진, 김찬종, & 최승언. (2017). 과학적 모델과 모델링에 대한 중등 과학 교사의 인식 탐색. *한국과학교육학회지, 37*(5), 859-877.
조한빛, 하희수, & 김희백. (2019). 소집단 논변 활동에서 협력적 성찰의 역할 탐색-학생들의 인식적 고려와 실행을 중심으로. *한국과학교육학회지, 39*(1), 1-12.
조혜숙, 남정희, & 오필석. (2017). 과학교육에서 모델 및 모델링에 대한 고찰-메타모델링 지식을 중심으로. *한국과학교육학회지, 37*(2), 239-252.
Balgopal, M. M. (2020). STEM teacher agency: A case study of initiating and implementing curricular reform. *Science education, 104*(4), 762-785.
Benedict-Chambers, A., Kademian, S. M., Davis, E. A., & Palincsar, A. S. (2017). Guiding students towards sensemaking: teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of science education, 39*(15), 1977-2001.
Biesta, G., Priestley, M., & Robinson, S. (2015). The role of beliefs in teacher agency. *Teachers and Teaching, 21*(6), 624-640.
Biesta, G., & Tedder, M. (2006). How is agency possible? Towards an ecological understanding of agency-as-achievement. Learning lives: Learning, identity, and agency in the life course. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Michael-Tedder/publication/228644383_How_is_agency_possible_Towards_an_ecological_understanding_of_agency-as-

achievement/links/00b4952cadd9bd2b6a000000/How-is-agency-possible-Towards-an-ecological-understanding-of-agency-a s-achievement.pdf

Birt, J. A., Khajeloo, M., Rega-Brodsky, C. C., Siegel, M. A., Hancock, T. S., Cummings, K., & Nguyen, P. D. (2019). Fostering agency to overcome barriers in college science teaching: Going against the grain to enact reform-based ideas. *Science education, 103*(4), 770-798.

Bryan, L. A. (2012). Research on science teacher beliefs. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 477-495). Dordrecht: Springer

Buxton, C. A., Allexsaht-Snider, M., Kayumova, S., Aghasaleh, R., Choi, Y. J., & Cohen, A. (2015). Teacher agency and professional learning: Rethinking fidelity of implementation as multiplicities of enactment. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(4), 489-502.

Charteris, J., & Smardon, D. (2015). Teacher agency and dialogic feedback: Using classroom data for practitioner inquiry. *Teaching and Teacher Education, 50*, 114-123.

Clement, J. J. (1989). Learning via model construction and criticism. In G. Glover, R. Ronning, & C. Reynolds (Eds.), *Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research* (pp. 341-381). New York: Plenum.

Davis, E. A., Janssen, F. J., & Van Driel, J. H. (2016). Teachers and science curriculum materials: Where we are and where we need to go. *Studies in science education, 52*(2), 127-160.

Davis, K. S. (2003). "Change is hard" : What science teachers

are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science education, 87*(1), 3-30.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education, 84*(3), 287-312.

Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of research in education, 32*(1), 268-291.

Emirbayer, M., & Mische, A. (1998). What is agency? *American journal of sociology, 103*(4), 962-1023.

Erdogan, I., & Campbell, T. (2008). Teacher questioning and interaction patterns in classrooms facilitated with differing levels of constructivist teaching practices. *International Journal of science education, 30*(14), 1891-1914.

Eteläpelto, A., Vähäsantanen, K., Hökkä, P., & Paloniemi, S. (2013). What is agency? Conceptualizing professional agency at work. *Educational Research Review, 10*, 45-65.

Grossman, P., Compton, C., Igra, D., Ronfeldt, M., Shahan, E., & Williamson, P. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers college record, 111*(9), 2055-2100.

Guy-Gaytán, C., Gouvea, J. S., Griesemer, C., & Passmore, C. (2019). Tensions between learning models and engaging in modeling. *Science & Education, 28*(8), 843-864.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of science education, 22*(9), 1011-1026.

Jenkins, G. (2020). Teacher agency: The effects of active and passive responses to curriculum change. *The Australian*

Educational Researcher, 47(1), 167-181.

Justi, R., & Gilbert, J. (2003). Models and modelling in chemical education. In J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justy, D. F., Treagust, & J. H. van Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp. 47-68). Springer Netherlands.

Justi, R., & Van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of science education, 27*(5), 549-573.

Ketelaar, E., Beijaard, D., Boshuizen, H. P., & Den Brok, P. J. (2012). Teachers' positioning towards an educational innovation in the light of ownership, sense-making and agency. *Teaching and Teacher Education, 28*(2), 273-282.

Lee, S. (1999). A Qualitative Analysis of Individual and Collaborative Reflection. *International Journal of Educational Technology, 1*(1), 287-305.

Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Cultivating model-based reasoning in science education. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Science* (pp. 371-387). NY: Cambridge University Press.

Leijen, Ä., Pedaste, M., & Lepp, L. (2020). Teacher agency following the ecological model: How it is achieved and how it could be strengthened by different types of reflection. *British Journal of Educational Studies, 68*(3), 295-310.

Lotter, C., Harwood, W. S., & Bonner, J. J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(9), 1318-1347.

Marco-Bujosa, L. M., McNeill, K. L., González-Howard, M., & Loper, S. (2017). An exploration of teacher learning from an educative reform-oriented science curriculum: Case studies of teacher curriculum use. *Journal of Research in Science Teaching, 54*(2), 141-168.

Martin, S. (2006). Where practice and theory intersect in the chemistry classroom: Using cogenerative dialogue to identify the critical point in science education. *Cultural Studies of Science Education, 1*(4), 693-720.

McNicholl, J. (2013). Relational agency and teacher development: A CHAT analysis of a collaborative professional inquiry project with biology teachers. *European journal of teacher education, 36*(2), 218-232.

Nunez-Oviedo, M., & Clement, J. J. (2020). Large scale scientific modeling practices that can influence science instruction at the unit and lesson levels. In Calvin S. Kalman & Mark Lattery (Eds.), *Development of Student Understanding: Focus on Science Education* (pp. 90-111). Lausanne: Frontiers Media SA.

Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of science education, 33*(8), 1109-1130.

Oliveira, A. W. (2012). Teacher agency in the performance of inquiry-oriented science curriculum reform. *Cultural Studies of Science Education, 7*(3), 569-577.

Passmore, C., Stewart, J., & Cartier, J. (2009). Model-based inquiry and school science: Creating connections. *School Science and Mathematics, 109*(7), 394-402.

Priestley, M., Biesta, G., & Robinson, S. (2015). *Teacher*

agency: An ecological approach: London: Bloomsbury Academic.

Priestley, M., Edwards, R., Priestley, A., & Miller, K. (2012). Teacher Agency in Curriculum Making: Agents of Change and Spaces for Manoeuvre. *Curriculum Inquiry, 42*(2), 191-214.

Roychoudhury, A., & Rice, D. (2013). Preservice secondary science teachers' teaching and reflections during a teacher education program. *International Journal of science education, 35*(13), 2198-2225.

Ryder, J., Lidar, M., Lundqvist, E., & Östman, L. (2018). Expressions of agency within complex policy structures: Science teachers' experiences of education policy reforms in Sweden. *International Journal of science education, 40*(5), 538-563.

Sanders, D. P., & McCutcheon, G. (1986). The development of practical theories of teaching. *Journal of Curriculum and Supervision, 2*(1), 50-67.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., . . . Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(6), 632-654.

Simmons, P. E., Emory, A., Carter, T., Coker, T., Finnegan, B., Crockett, D., . . . Tillotson, J. (1999). Beginning teachers: Beliefs and classroom actions. *Journal of Research in Science Teaching, 36*(8), 930-954.

Smart, J. B., & Marshall, J. C. (2013). Interactions between classroom discourse, teacher questioning, and student

cognitive engagement in middle school science. *Journal of Science Teacher Education, 24*(2), 249-267.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research : Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory.* Thousand Oaks, California: Sage.

Tao, J., & Gao, X. (2017). Teacher agency and identity commitment in curricular reform. *Teaching and Teacher Education, 63*, 346-355.

Tobin, K. (2006). Learning to teach through coteaching and cogenerative dialogue. *Teaching Education, 17*(2), 133-142.

Toom, A., Pyhältö, K., & Rust, F. O. C. (2015). Teachers' professional agency in contradictory times. *Teachers and Teaching, 21*(6), 615-623.

Van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching, 38*(2), 137-158.

Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering third-grade students' use of scientific models with the water cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of science education, 37*(15), 2411-2432.

Wallace, C. S., & Priestley, M. R. (2017). Secondary science teachers as curriculum makers: Mapping and designing Scotland's new Curriculum for Excellence. *Journal of Research in Science Teaching, 54*(3), 324-349.

Windschitl, M., Lohwasser, K., Tasker, T., Shim, S. Y., & Long, C. (2021). Learning to teach science during the clinical

experience: Agency, opportunity, and struggle. *Science education, 105*(5), 961-988.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education, 92*(5), 941-967.

Wray, K. A., & Richmond, G. (2018). Factors shaping the agency of beginning science teachers working in high-poverty schools. *Journal of Science Teacher Education, 29*(8), 785-803.

Abstract

Understanding the Emergence of Teacher Agency in Scientific Modeling Classes

Yoon, Seonmi
Dept. of Science Education
Biology Major
The Graduate School
Seoul National University

Changes in the classroom begin with teachers. In this study, we explore the emergence of teacher agency and how it is achieved. For this purpose, the teacher' s scientific modeling classes were observed, and collaborative reflections before and after each modeling class and semi-structured interviews with the teacher were collected and analyzed. The findings suggest that teacher agency emerged in the interaction of teacher' s experiences, educational goals and values, and reflection through cooperation and communication. At first, the teacher reorganized the modeling class in the form of providing step-by-step scaffolding to the students rather than to introduce a big change in her class. This was the result of negotiations between the desire for the change of her instruction towards

student-centered classes and her experiences with classroom cultures that require teacher-centered instruction. Subsequently, the teacher designed and implemented a modeling class proactively in which students become the center and participate in the evaluation and modification of the model. The educational value pursued by teachers, that is, to make science classes in which all students can enjoy and participate in, triggered this emergence of agency. Reflection through cooperation supported the teacher to reflect on her own implementation and to challenge the change for student-centered classes according to her own goals.

This study can provide implications for research that support the emergence of teacher agency.

keywords : Teacher Agency, Scientific Modeling, Collaborative reflection

Student Number : 2020-25291