

중학생의 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략의 개발 및 적용 사례 분석

홍석준* · 손연아

단국대학교

A Case Study on Development and Application of the Explicit Teaching and Learning Strategy for Comprehension of the Middle School Students' Basic Science Process Skills

Hong, Seok-Jun* · Son, Yeon-A

Dankook University

Abstract: In this study, explicit Teaching and Learning strategy for middle school students were developed to improve basic science process skills. After applying these strategy in an actual class, the effects of Teaching and Learning strategy and change of students were analyzed. Explicit Teaching and Learning strategy to improve basic science process skills are developed based on analyzing preceding research. The use of application criteria for class of basic science process skills combined with explicit Teaching and Learning strategy, it is sought for the explicit instructional procedures of said skills. After analyzing the class in which explicit Teaching and Learning strategy were demonstrated, students reported that they were able to comprehend basic science process skills more effectively through the stages of explicit explaining and independent practice. The showing demonstration stage was heavily emphasized by the teacher in this class. Analysis of students' understanding degree about basic science process skills, most of them show positive outcome. Another analysis of ripple effect on daily life and other subjects, it is found that students could have the attitude to make use of science process skills for themselves. Through the result of study, it is found that explicit Teaching and Learning strategy that are developed from this study are an effective way to comprehension students' basic science process skills. Thus, continued study is needed to develop and spread explicit Teaching and Learning strategy of science process skills to be applicable in actual classes in secondary schools.

Key words: Explicit Teaching and Learning strategy, Basic science process skills, Application criteria for class of basic science process skills

I. 서 론

과학적 탐구활동은 토의와 반성을 통해 과학의 본성을 인식하는 과정이자 수단이며(Schwartz *et al.*, 2004), 과학의 핵심적인 구성요소이자 과학 교수의 중심적인 전략이다(조희형 등, 2009). 따라서 과학 탐구 기능은 과학적 탐구활동을 통해 문제를 해결해 나가는 절차뿐만 아니라 이와 관련된 사고과정 전체를 의미한다는 점에서 매우 중요하다.

과학 탐구 기능을 강조한 미국의 교육과정인 SAPA (Science- A Process Approach)에서는 단순 탐구

기능으로 관찰, 분류, 시공간 관계사용, 의사소통, 수 사용, 측정, 예상, 추리의 여덟 가지를 제시하였고, SAPA II (Science- A Process Approach II)에서는 기초 탐구 기능으로 관찰, 사고관계의 이용, 분류, 수의 사용, 측정, 의사소통을 제시하였다(AAAS, 1990). 우리나라의 제 7차 교육과정(교육부, 1997)과 2007년 개정 교육과정(교육인적자원부, 2007)에서도 과학과 학습지도 방법으로 탐구활동을 강조하고 있으며 기초 탐구 과정으로는 관찰, 분류, 추리, 예상, 측정을 제시하고 있다.

이렇게 과학 탐구 기능의 중요성이 강조되고 있음

*교신저자: 홍석준(sjhong84@dankook.ac.kr)

**2011.03.23(접수) 2011.05.06(1심통과) 2011.06.09(2심통과) 2011.06.13(최종통과)

***이 연구는 단국대학교 대학원 연구보조장학금의 지원으로 이루어진 것임.

에도 불구하고 국제 학업성취도 평가 PISA(Programme for International Student Assessment)에서 나타난 결과를 살펴보면 PISA 2003에 비해 PISA 2006에서 우리나라의 과학 성취도가 크게 하락하였으며, 특히 과학 탐구활동 부문에서 국제 평균보다도 낮은 비율을 보이는 것으로 나타났다(한국교육과정평가원, 2008). 이러한 결과는 학교 현장에서 과학 탐구 기능의 교수 학습이 효과적으로 이루어지지 못하고 있는 점과도 관련이 있다.

과학 탐구 기능과 관련하여 그동안 진행된 국내의 선행연구들을 보면, 탐구실험학습에 관한 연구(최동형, 1990; 한동하, 1982), 학생들의 사고와 과학 탐구 기능과의 관계에 관한 연구(김태선 등, 2005; 오상관, 1994; 우종욱과 김종일, 1993; 소원주와 우종욱, 1994; 정지숙, 1996; 조희형, 1992), 그리고 교과서에 포함된 과학 탐구 기능의 분석 연구(이봉우 등, 2007; 최선영과 강호감, 2002)가 대부분이다.

학생들의 과학 탐구 기능 향상을 위한 국내 연구로는, 수업 모듈을 개발하고 그 효과를 분석한 연구(김수경과 김중복, 2005; 김정률 등, 2005), 탐구 기능을 강화한 학생 탐구활동 중심의 교수·학습 과정안을 개발하고 그 효과를 분석한 연구(정덕호와 이국형, 2008) 등이 있는데 학생들의 과학 탐구 기능 향상을 위한 연구는 과학 탐구 기능과 관련된 다른 연구에 비해 그 수가 많지 않으며, 최근에 들어서 점차 이루어지기 시작하였다.

과학 탐구 기능을 포함하는 과학의 본성을 효과적으로 교수 학습하기 위한 연구는 그동안 지속적으로 진행되어 왔으며, 그 중에서도 명시적 교수법이 꾸준히 주목받고 있다. Bartholomew와 Ratcliffe(2004), Schwartz *et al.*(2004)에 따르면 과학의 본성을 명시적이고 분명하게 강조하며, 학생의 경험을 탐구활동과 관련짓는 노력을 통해 효과적으로 가르칠 수 있음을 강조하였다.

Abd-El-Khalick(2001)의 연구에서는 예비 교사들을 대상으로 과학의 본성에 대한 명시적 수업을 실시한 결과, 과학의 본성에 대한 이해가 향상된 것으로 나타났으며 Khishfe와 Abd-El-Khalick(2002)의 연구에서는 과학의 본성에 대한 명시적 접근 방법을 적용한 과학 탐구수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점을 현대적으로 변화시킨 것으로 나타났다.

장진아와 전영석(2010)에 따르면, 자율적 탐구학습

이 구체적인 지도방안 없이 수행된다면 학생들이 연속적으로 실패를 경험할 수 있으며, 이는 곧 탐구에 대한 거부감으로 이어질 수 있다고 하였다. 최근 과학 교육 연구에서 중요시되고 있는 자기주도적 학습, 창의체험 학습 등에 있어서 학생들이 효과적으로 탐구활동을 수행하기 위해서는 먼저 탐구의 방법에 대한 이해와 학습이 필요하며, 이를 위해 교사의 과학 탐구 기능에 대한 안내가 우선시되어야 하는 것으로 해석할 수 있다.

Grossen(1993)도 이와 마찬가지로 과학 탐구수업에 있어서 탐구활동을 하기 전에 교사가 명시적 교수활동을 제공할 때, 학생들에게 최대한의 교수효과를 줄 수 있다고 주장하였다. 학생들의 효과적인 탐구활동을 위한 가장 적합한 수업은 현재 학교 현장에서 실시되고 있는, 단순히 실험이나 토론활동만 강조하는 수업이 아니라 명시적 교수활동까지도 포함하는 수업임을 의미한다. 그러나 현재까지 과학 탐구 기능과 관련하여 명시적 교수활동에 초점을 맞춘 연구는 찾아보기 어려우며, 그동안 과학 탐구 기능 향상을 위하여 개발된 수업 모듈이나 교수·학습 과정안은 명시적 교수활동을 거의 포함하고 있지 않다.

이상의 내용을 볼 때, 학생들의 과학 탐구 기능 향상은 당면한 문제이며, 이러한 문제를 해결하기 위한 방안의 모색이 시급하다.

이 연구에서는 학생들의 과학 탐구 기능 향상을 위해서 과학 탐구 기능에 대한 이해가 우선시되어야 할 것으로 판단하였으며, 학생들이 과학 탐구 기능에 대하여 충분히 이해하였을 때 과학 탐구 기능의 활용 능력 또한 향상될 수 있을 것으로 기대하였다.

이에 따라 학생들의 과학 탐구 기능에 대한 이해를 돕기 위한 방법으로 과학 탐구 기능의 명시적 교수·학습 전략 개발이 요구되었으며 또한, 이를 실제 수업에 적용하여 사례를 분석함으로써 명시적 교수·학습 전략이 과학 탐구 기능에 미치는 효과를 확인할 필요성이 강조되었다.

연구를 통해 중학생의 과학 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 개발하여 이를 수업에 적용해 봄으로써 수업 사례와 효과, 학생들의 변화를 분석하고자 하였다. 최종적으로는 중등학교의 과학교육 현장에서 학생들의 과학 탐구 기능 향상에 도움이 될 수 있는 시사점을 제시하고자 하였다. 연구 목적은 다음과 같다.

1. 중학생의 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 개발한다.
2. 개발한 명시적 교수·학습 전략을 실제 수업에 적용하고 수업을 분석한다.
3. 명시적 교수 학습 전략을 적용한 수업 전 후의 학생 변화 및 수업 효과를 분석한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

이 연구는 경기도에 위치한 18학급 규모의 사립 중학교에서 진행되었으며, 1학년과 2학년으로 구성된 생물탐사 동아리 학생 20명을 대상으로 하였다(표 1).

수업에 있어서의 참여도가 높고 의사 표현에 적극적인 7명의 학생들을 팀티칭 현장 교사와의 협의를 통해 선발하였으며, 선발된 7명의 학생들을 대상으로 1, 2, 3차 면담과 지필식 검사를 실시하였다.

해당 학교에서 근무하는 현장교사인 이교사는 기초 탐구 기능의 명시적 교수·학습 전략 개발과 검토를 위한 협의회에 지속적으로 참여하였고 총 10차시의 수업을 위해 연구자와 함께 논의를 통해 교수 학습 지도안을 구성하였으며, 팀티칭 형식으로 수업을 진행

하였다. 또한, 각 차시의 수업 전/후 실시된 면담을 통해 명시적 수업에 대한 의견을 제시하였다.

현장교사인 이교사의 연구 참여가 현장교사의 기대와 수준에 적합하게 기초 탐구 기능의 명시적 교수·학습 전략을 개발하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대하였다.

2009년 5월 15일부터 9월 4일까지 5개의 기초 탐구 기능을 적용한 명시적 수업을 현장교사와 함께 실시하였고, 9월 18일부터 11월 20일까지 예상과 추리 기능에 대하여 추가적으로 수업을 실시하였다(표 2).

김희령과 여성희(2004)는 연구를 통해 중학생의 추리 기능이 다른 기초 탐구 기능에 비해 낮다는 결과를 제시하였다. 이를 바탕으로 이 연구에서는 논리적 사고를 필요로 하는 추리와 예상 기능에 대한 학생들의 이해 정도 변화를 추가 수업을 통해 더욱 중점적으로 분석하고자 하였다.

분류 기능을 적용하여 진행된 식물채집 수업은 현장 학습과 채집활동을 포함하였기 때문에 많은 시간이 소요되는 수업의 특성을 고려하여 4차시로 구성하였다.

2. 연구 절차

이 연구는 선행연구 분석을 통한 기초 탐구 기능의

표 1
해당 학교 및 집단의 배경 사항

소재	학교명	총 학급 수	대상 집단	참여 학년	참여 학생 수
경기도	OO중학교	18학급	생물탐사 동아리	1, 2학년	20명

표 2
팀티칭 수업의 진행

차시	수업 주제	명시적으로 적용된 탐구 기능	수업 일자
1	개구리 해부	관찰, 예상	2009. 5. 15
2	식물채집1	분류	2009. 5. 22
3	식물채집2(현장학습)	분류	2009. 5. 29
4	식물채집3(채집활동)	분류	2009. 6. 5
5	식물채집4	분류	2009. 6. 12
6	냉동금붕어 실험	추리	2009. 6. 19
7	루미놀 반응을 이용한 혈흔 검사	추리	2009. 7. 10
8	야채로켓 만들기	측정	2009. 9. 4
9	멸치 해부	추리	2009. 9. 18
10	닭발을 이용한 관절 탐구	예상	2009. 11. 20

명시적 교수·학습 전략 개발, 명시적 교수·학습 전략을 적용한 수업 실시, 그리고 수업 분석의 흐름으로 진행되었다(그림 1).

과학 탐구 기능, 명시적 교수법과 관련된 선행연구와 문헌들을 중점적으로 분석하였으며, 이를 바탕으로 명시적 수업 단계를 모색하고 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 설정하였다.

명시적 수업 단계에 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 접목하여 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수 학습 전략을 개발하였다. 그리고 과학교육 전문가 2인, 현장교사 2인과의 8회에 걸친 협의회를 통해 검토하였다.

다음으로, 앞서 개발한 명시적 교수 학습 전략에 수업 주제와 교과 내용을 적용함으로써 총 10차시의 교수·학습 과정안을 설계하였으며, 이를 토대로 기초 탐구 기능의 명시적 수업을 실시하였다. 그리고 수업을 통해 얻은 자료를 분석하여 시사점을 추출하였다.

3. 자료 수집 및 분석

이 연구에서는 연구 기간의 전반에 걸쳐 학생 면담, 교사 면담, 수업 촬영 및 전사 자료, 수업 일지, 그리고 학생 지필식 검사 자료를 수집하였다(표 3).

이 연구에서 수집된 자료를 분석하기 위하여 다면

적 질적 사례 분석을 적용하였다. 질적 사례 분석은 연구 사례의 독특성을 강조하여, 그 사례 자체를 이해하는 것을 강조한다(Creswell, 1998). 따라서 사례 중심의 질적 연구의 목적은 연구결과의 일반화보다는 특수화된 사례의 맥락성과 행위자의 관점을 이해하는 것에 초점을 두고 있다(이혁규, 2005).

이 연구에서는 중학생의 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 개발하는 과정과 이를 수업에 적용하는 특수화된 사례를 맥락적으로 분석하는 것에 중점을 두었다. 분석의 초점은 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 수업 단계 모색과 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거 설정 및 명시적 교수·학습 전략 개발, 그리고 명시적 교수·학습 전략을 토대로 실시한 수업 사례, 수업 전/후의 학생 변화 등으로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수 학습 전략 개발

명시적 수업은 교사가 학생들에게 구체적인 기능, 개념, 그리고 행동들을 제시하고, 제시한 아이디어나 기능을 학생들이 연습하도록 지도하며, 동시에 학생

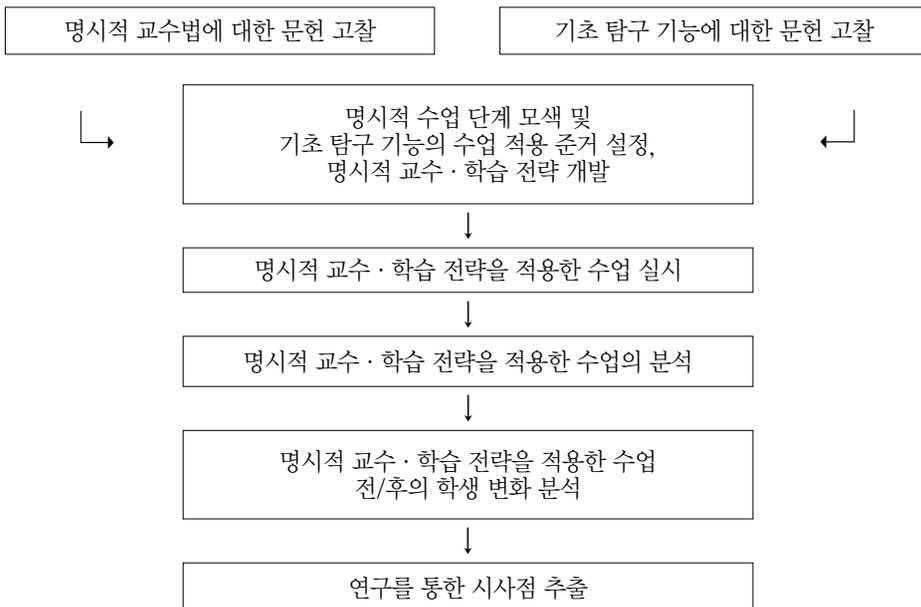


그림 1 연구의 흐름

표 3
자료 수집 방법

면담 분석	학생 면담	1차	1학기 수업 종료 직후, 구조화된 면담 실시 - 탐구수업에 대한 학생들의 인식 확인
		2차	2학기 수업 종료 직후, 심층면담 실시 - 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거에 따른 학생들의 이해 정도 분석
		3차	2학기 수업 종료 6개월 후, 구조화된 면담 실시 - 과학 탐구 기능에 대한 학생들의 인식 변화 확인 - 명시적 수업에 대한 학생들의 인식 변화 확인 - 다른 과목, 일상생활에 과학 탐구 기능의 적용 여부 확인
	교사 면담		각 차시 수업 전/후, 협의회 형식의 팀티칭 현장 교사 면담 실시 - 팀티칭 현장교사의 명시적 수업에 대한 인식 변화 확인
수업 분석	수업 촬영/전사		매 차시, 수업 촬영 및 촬영 동영상 전사 실시 - 개발된 명시적 교수·학습 전략의 효과 및 개선점 분석
	수업 일지		각 차시 수업 전/후, 수업 일지 작성
지필식 검사 분석		1차	다섯 가지 기초 탐구 기능을 적용한 수업 후, 지필식 검사 실시 - 기초 탐구 기능에 대한 학생들의 이해 정도 분석
		2차	예상과 추리 기능의 추가 수업 후, 지필식 검사 실시 - 1학과 2학기의 이해 정도 변화 확인

들의 능동적 개입을 유도하면서 학생들의 수행을 수시로 평가하고 계속적으로 개인적인 피드백을 주는 것을 포함하는 구조의 수업을 말한다(Grossen, 1993).

Khishfe와 Abd-El-Khalick(2002)에 따르면 명시적 수업은 일반화된 사실을 되풀이하도록 연습시키는 전통적 강의식 수업과는 다르다. 수업의 전반부에서 후반부로 갈수록 교사의 역할이 점차 줄어들고 학생의 역할이 강조되는 특징이 있으며, 문제해결을 위한 전략이나 기능을 교수·학습하는데 있어서 강의식 수업보다 더 효율적이다.

명시적 수업의 절차는 학습목표 또는 학습과제에 따라 다양하게 구성될 수 있다는 점이 특징이며, 그렇기 때문에 Gersten *et al.*(1999)은 명시적 수업 모형이 많은 내용 영역에 적용될 수 있다고 하였다. 현재 과학을 포함하여 국어, 수학 등의 다양한 교과 과정에서 명시적 수업이 이루어지고 있다.

이 연구에서는 다양한 명시적 수업 모형에 대한 문헌들과 과학의 본성의 명시적 교수법에 대한 문헌들을 고찰하여 기초 탐구 기능의 효과적인 교수·학습에 초점을 둔 명시적 수업 단계를 모색하였다. 그리고 기초 탐구 기능에 관한 선행연구를 바탕으로 수업 적용 준거를 설정하였으며, 명시적 수업 단계에 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 접목하여 명시적 교수 학

습 전략을 모색하였다.

1) 명시적 수업 모형에 대한 문헌 고찰

기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 수업 단계를 모색하기 위하여 선행연구의 다양한 명시적 수업 단계를 분석하였다(표 4).

명시적 수업 모형은 여러 영역에서 다양하게 적용되고 있기 때문에 수업 단계나 구체적인 특징은 연구마다 조금씩 차이가 있는데 이 연구에서는 각각의 연구에서 개발된 수업 모형의 단계 중에서 유사한 활동을 수행하는 단계를 동일한 단계로 정리하였으며, 해당 수업 단계의 활동을 가장 잘 대표할 수 있는 용어를 추출하여 나타내었다.

선행연구에서 제시된 명시적 수업 단계의 분석 결과, 각각의 수업 모형이 설명하기, 시범 보이기, 질문하기, 단계적 연습 그리고 독립적 연습 단계를 공통적으로 포함하는 것을 확인하였으며, 각 단계에 대하여 선행연구에서 강조하고 있는 내용은 다음과 같다.

먼저, 설명하기 단계에서는 새로운 원리나 절차, 기능에 대하여 교사의 상세한 설명을 토대로 학생이 학습할 수 있는 기반을 제공하며, 시범 보이기 단계에서는 교사 자신이 설명한 원리나 절차, 기능을 잘 보여 줄 수 있는 사례를 바탕으로 학생들에게 적절한 시범을 보인다.

표 4
선행연구에서 제시된 명시적 수업 단계 분석

	지시적 수업 모형 Rosenshine, B. V., Stevens, L. V., (1986)	DISTAR 수업모형 Rosenshine, B. V., Meister, C. (1995)	직접적 수업모형 Gersten, R. <i>et al.</i> (1999)	상보적 수업모형 Palincsar, Brown (1984)	현시적 수업모형 Pearson, Dole (1987)
수업 모형의 주요 단계	설명하기	○	○	○	○
	시범 보이기	○	○	○	○
	질문하기	○	○		
	단계적 연습	○	○	○	○
	독립적 연습	○	○	○	○
	조력 단계				○
	적용				

질문하기 단계는 교사와 학생의 상호작용 단계로써 교사는 학생의 이해 정도를 파악하고, 학생은 교사의 추가적인 설명을 통해 이해가 어려운 부분을 명확히 이해한다.

단계적 연습 단계에서는 학생의 인지수준에 적합한 자극 단서를 점차적으로 제공하여 학습이 이루어지도록 하며, 마지막으로 독립적 연습 단계에서는 단계적 연습 단계를 통해 터득한 방법을 활용하여 학생 스스로 탐구활동을 수행한다.

조력 단계는 질문하기와 단계적 연습 단계가 복합적으로 구성된 단계이며, 적용 단계는 수업을 통해 습득한 원리나 절차, 기능을 다른 수업이나 과목 또는 실생활에 적용해 보는 단계이다.

2) 과학의 본성의 명시적 교수법에 대한 문헌 고찰

기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 수업 단계를 모색하기 위하여 과학의 본성의 명시적 교수법에 대한 선행연구를 분석하였다.

이 연구에서 과학의 본성의 명시적 교수법에 대한 선행연구에 주목한 이유는 첫째, 서론에서 언급한 바와 같이 과학 탐구 기능의 명시적 수업에 관하여 현재까지 진행된 연구가 없기 때문이다. 기초 탐구 기능의 명시적 교수·학습 전략 개발에 있어서 이론적 근거를 찾기 위하여 과학의 본성의 명시적 교수법에 대한 선행연구를 분석하였다.

둘째, 과학의 본성과 과학 탐구 기능이 깊은 관련성을 가지기 때문이다. 과학의 본성은 용어의 차이는 있지만 일반적으로 생각하는 방법으로서의 과학, 지식체

계의 과학, 탐구하는 방법으로서의 과학, 그리고 과학·기술·사회의 영역으로 구분되어 왔으며(Lee & Chiappetta, 2008), 그 중에서도 탐구하는 방법으로서의 과학은 과학 탐구 기능과 관련이 깊다.

물론 과학적 탐구에 있어서 과학 탐구 기능이 보편적이고 유일한 방법은 아니며, 창의성과 상상력 등을 포함하는 다양한 활동이 모두 탐구방법이 될 수 있다. 그럼에도 불구하고 과학의 탐구방법을 처음으로 학습하는 학생들을 가르치는데 과학 탐구 기능이 가장 효과적이기 때문에 과학의 탐구방법에서 과학 탐구 기능이 중요시 되고 강조된다.

과학의 본성의 명시적 교수법에 대한 선행연구에서 각각의 연구자가 중심으로 다루고 있는 내용을 바탕으로 과학의 본성에 대한 명시적 교수법의 초점을 추출하여 정리하였다(표 5).

과학의 본성과 과학 탐구 기능의 관련성을 고려할 때, 과학의 본성에 대한 명시적 교수법의 초점들은 기초 탐구 기능의 이해를 위한 명시적 수업 단계에서도 마찬가지로 강조될 수 있다.

3) 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 수업 단계 모색

명시적 수업 단계 분석(표 4)과 과학의 본성에 대한 명시적 교수법의 초점 분석(표 5)을 토대로 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 수업 단계를 모색하였다(그림 2).

이 연구에서 모색한 명시적 수업 단계에서는 선행연구의 명시적 수업 단계 분석(표 4) 중 적용 단계를

표 5
선행연구에 제시된 과학의 본성에 대한 명시적 교수법의 초점 분석

	연구자					
	Akerson <i>et al.</i> (2000)	Akindehin (1988)	Bartholomew, Osborne, Ratcliffe (2004)	Khishfe, Abd-El- Khalick (2002)	Lederman, Abd-El- Khalick (1998)	Schwartz <i>et al.</i> (2004)
목표를 구체화하기		○	○	○		○
계획적/의도적 교수하기	○	○				
분명한 관점 제시하기		○			○	
내용을 직접적 강조하기	○		○	○		○
학생의 경험과 관련짓기			○	○		○

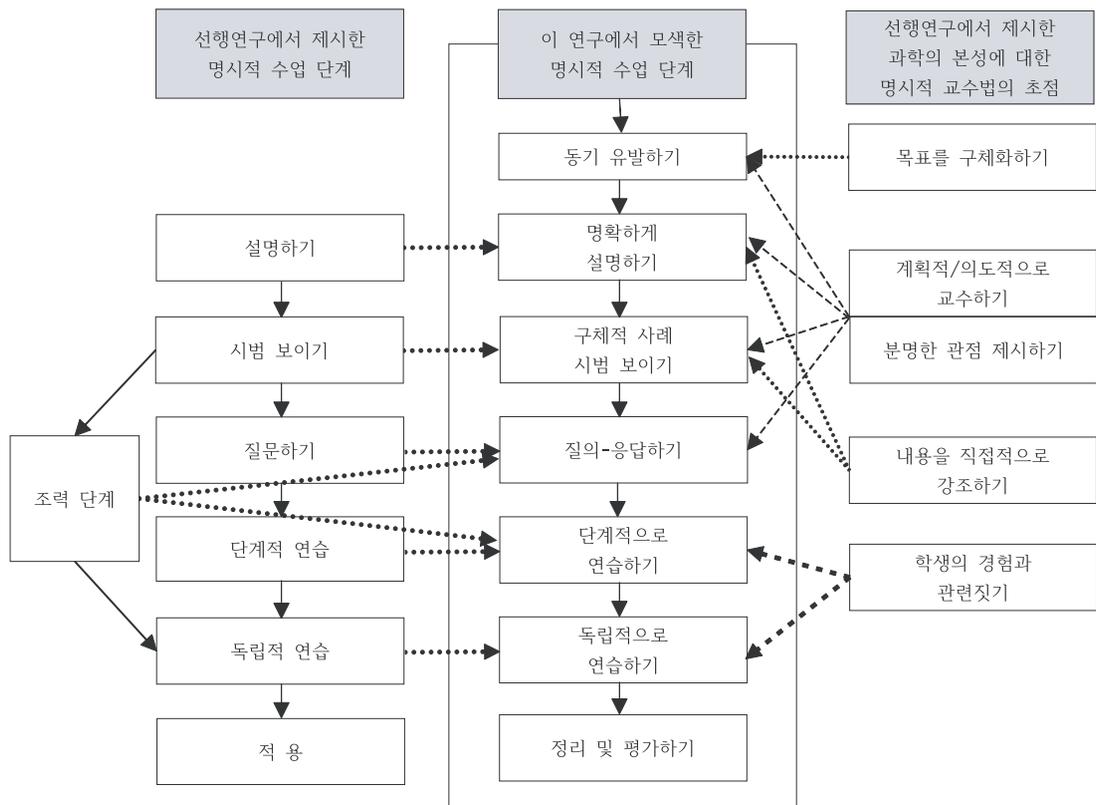


그림 2 선행연구 분석을 바탕으로 모색한 명시적 수업 단계

제외하고 정리 및 평가하기 단계를 추가하였는데 그 이유는 적용 단계가 수업 이외의 실제적 상황에 대한

적용을 수행하는 단계로써 수업 내에서 실시하기에는 다소 무리가 있다고 판단하였기 때문이다. 정리 및 평

가하기 단계를 포함시켜 수업 내에서의 기초 탐구 기능의 교수 학습을 더욱 강조하였다.

4) 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거 설정

선행연구(서울대학교 과학교육연구소, 2005; 조희형과 최경희, 2001; AAAS, 1990; Richard J. Rezda *et al.*, 2003) 분석을 통해 기초 탐구 기능을 수업에 적용하기 위한 준거를 설정하였다. 과학 탐구 기능의 정의와 중요성, 실행 과정, 그리고 활용 방법을 범주로 하여 관찰, 분류, 예상, 추리, 측정의 다섯 가지 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 설정하였다(표 6).

5) 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략 개발

앞서 모색한 명시적 수업 단계에 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 접목하여 과학 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 개발하였는데 동기 유발하기 단계에서는 기초 탐구 기능의 학습에 관한 직접적이고 분명한 목표의 제시를 통해 학생들의 목표에 대한 성취 기대를 불러일으키고, 학생들이 일상생활에서 접할 수 있는 기초 탐구 기능 관련 사례를 소개함으로써 학습 동기를 촉진시키는데 초점을 두고 있다.

명확하게 설명하기 단계에서는 기초 탐구 기능의 정의와 중요성, 실행 과정과 활용 방법을 직접적으로 설명하여 학생의 이해를 돕는데 초점을 두고 있다.

구체적 사례 시범 보이기 단계에서는 기초 탐구 기능의 실행 과정을 구체적 사례를 통해 시범보이고 명확한 언어로 설명함으로써 다음 단계인 단계적으로 연습하기, 독립적으로 연습하기 단계에서 학생들이 어려움을 겪지 않도록 하는데 초점을 두고 있다.

질의-응답하기 단계는 교사와 학생의 상호작용 단계로서 교사는 본인의 질문에 대한 학생의 답변을 통해 학생의 이해 정도를 파악하고, 학생은 본인이 이해하지 못한 부분에 대하여 질문을 함으로써 교사의 답변을 통해 추가적으로 내용을 이해하는데 초점을 두고 있다.

교사의 안내에 따라 학생이 직접 기초 탐구 기능의 실행 과정을 수행해 보는 단계적으로 연습하기 단계에서는 학생의 인지수준에 적합한 자극 단서의 점차적인 제공에 초점을 두고 있으며, 독립적으로 연습하기 단

계에서는 단계적으로 연습하기 단계를 통해 터득한 방법을 활용하여 학생 스스로 학습 목표 달성을 위해 탐구활동을 수행하도록 하는데 초점을 두고 있다.

질의-응답하기 단계에서 교사와 학생간의 상호작용이 이루어졌다면 독립적으로 연습하기 단계에서는 학생간의 상호작용이 이루어지도록 유도하는데 초점을 두고 있다.

마지막으로 정리 및 평가하기 단계에서는 학습 내용에 대해 교사가 요약·정리하고, 활동지 작성을 통한 자기평가를 통해 학생이 수업을 통해 습득한 내용을 검토하고 부족한 부분을 확인할 수 있도록 하는데 초점을 두고 있다.

이 연구를 통해 관찰, 분류, 예상, 추리, 측정의 다섯 가지 기초 탐구 기능 모두에 대한 명시적 교수·학습 전략과 예시를 개발하였다.

이 논문에서는 과학탐구에서 가장 많이 활용되면서 또한 다른 기초 탐구 기능의 바탕이 되는 관찰 기능의 명시적 교수·학습 전략과 예시를 제시하였다(표 7).

2. 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수 학습 전략의 단계별 수업 분석

기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 바탕으로 관찰, 분류, 예상, 추리, 측정 기능의 명시적 교수·학습 과정안을 작성하여 총 10차시에 걸쳐 수업을 실시하였으며, 수업 촬영 및 전사 자료, 교사 면담 및 학생 면담, 수업 일지를 수집하여 명시적 교수 학습 전략의 수업 단계별로 분석하였다.

1) 동기 유발하기 단계의 수업 분석

김운옥(2005)은 동기유발의 궁극적인 목표가 학생의 주의를 학습과제에 집중시키는 것이라고 주장하였으며, 이 연구에서도 학생이 동기 유발하기 단계를 통해 일상생활에서 과학 탐구 기능이 활용되는 것을 생각해 보게 되었다고 언급함으로써 학습 동기 촉진에 긍정적 영향을 받은 것을 확인할 수 있었다. 이와 관련된 면담 내용을 제시하면 다음과 같다.

“과학 탐구 기능을 적용하는 게 일상생활에도 많잖아요. 이런 과학 탐구 기능을 알고 있으면, 일상생활에 있는 것을 생각해 보면 과학 탐구 기능을 이용하는 것이 많으니까요.”(학생6)

표 6
선행연구 분석을 바탕으로 설정한 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거

범주	수업 적용 준거 요소
관찰	① 관찰의 명확한 정의를 제시한다.
	② 관찰의 중요성을 인식하게 한다.
	③ 초보적 관찰은 오감을 사용해 사물을 있는 그대로 관찰하여 정보를 획득하는 것임을 설명한다.
	④ 조작적 관찰은 사물에 변화를 가하여 정보를 획득하는 것임을 설명한다.
	⑤ 관찰한 내용과 관찰사실로부터 추론한 내용을 구별해야 함을 설명한다.
	⑥ 탐구의 목적에 적합한 것을 선별하여 관찰해야 함을 설명한다.
	⑦ 적절한 자료를 제시하여 탐구의 목적에 맞는 올바른 방법으로 관찰하도록 유도한다.
분류	⑧ 분류의 명확한 정의를 제시한다.
	⑨ 분류의 중요성을 인식하게 한다.
	⑩ 분류 기준을 직관적이고 명확하게 세워야 함을 설명한다.
	⑪ 분류된 것이 서로 중복되지 않게 정리해야 함을 설명한다.
	⑫ 분류 기준을 적용하여 대상을 구분했을 때, 대상 중에서 제외되는 것이 없어야 함을 설명한다.
	⑬ 이원분류, 3분법, 4분법, 다분법과 다단계 분류 등 분류의 종류와 수준에 따라 분류할 수 있도록 유도한다.
	⑭ 다양한 관점 중에서 한 가지 관점에 초점을 맞추어 공통점, 유사성을 찾아낼 수 있도록 유도한다.
예상	⑮ 대상에서 가장 많이 나타나는 공통점을 우선 분류 기준으로 하여 순차적으로 분류해 나가도록 유도한다.
	⑯ 분류 기준에 따라 나누어진 각 집단들의 명칭을 정확히 표현하도록 유도한다.
	⑰ 나누어진 집단을 관찰하여 더 하위 집단으로 분류하도록 유도한다.
	⑱ 예상의 명확한 정의를 제시한다.
	⑲ 예상의 중요성을 인식하게 한다.
	⑳ 초보적 예상은 경험과 관찰로부터 이루어지는 것임을 설명한다.
	㉑ 조작적 예상은 자료 분석을 통해 경향성을 찾고, 관찰·측정되지 않은 값을 예측하는 것임을 설명한다.
추리	㉒ 예상을 할 때, 과학적 근거와 상황 요소에 대한 판단을 포함하는 다양한 측면이 고려되어야 함을 설명한다.
	㉓ 좋은 예상은 결과와의 일치 여부가 아니라 근거로부터 예상에 이르는 과정이 올바른지의 여부에 따라 판단해야 함을 설명한다.
	㉔ 과학적 예상도 거짓으로 판명될 수 있음을 인지하도록 유도한다.
	㉕ 예상하기의 목적은 자연세계에 대해 배우는 방법임을 인지하도록 유도한다.
	㉖ 정보를 재조직, 해석하여 새로운 사실을 이끌어내도록 유도한다.
	㉗ 관찰, 실험을 통하여 예상이 옳았는지 확인할 수 있도록 유도한다.
	㉘ 추리의 명확한 정의를 제시한다.
측정	㉙ 추리의 중요성을 인식하게 한다.
	㉚ 추리는 관찰로부터 얻어진 자료가 바탕이 되므로 다양한 관찰이 필요함을 설명한다.
	㉛ 관찰 사실들을 경험, 지식에 연결시켜 추리해야 함을 설명한다.
	㉜ 추리를 통해 결론을 도출함에 있어서 논리적 비약이 없도록 해야 함을 설명한다.
	㉝ 과학적 지식에 근거한 논리적 사고를 통해 추리해야 함을 설명한다.
	㉞ 관찰 사실들 중에서 추리에 필요한 정보를 수집하고, 불필요한 정보를 제거하도록 유도한다.
	㉟ 추리에 필요한 과학 지식을 제공함으로써 좀 더 좋은 추리가 가능하도록 유도한다.
추정	㊱ 관찰 사실들을 설명할 수 있는 공통 원리를 찾고, 논리적으로 결론을 이끌어내도록 유도한다.
	㊲ 추정의 명확한 정의를 제시한다.
	㊳ 추정의 중요성을 인식하게 한다.
	㊴ 적당한 측정도구의 선택, 도구 작동 원리의 이해, 사용법 숙지의 중요성을 설명한다.
	㊵ 측정의 목적을 명확히 알고 측정 횟수와 방법을 결정해야 함을 설명한다.
활용 방법	㊶ 기기마다 정해진 특별한 측정 규칙을 숙지하도록 유도한다.
	㊷ 정밀한 측정과 정확한 측정의 의미를 알고, 측정량을 항상 단위와 함께 쓰도록 유도한다.

* 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거의 범주: [1] 과학 탐구 기능의 정의/중요성, [2] 과학 탐구 기능의 실행 과정, [3] 과학 탐구 기능의 활용 방법

표 7
관찰 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략과 예시

	관찰 기능 이해를 위한 교수·학습 전략	예시(개구리 해부)
동기 유발하기	<ul style="list-style-type: none"> - 관찰 기능의 학습에 관한 목표를 직접적이고 분명하게 제시한다. - 관찰 기능과 관련하여 학생이 일상생활에서 접할 수 있는 내용을 소개함으로써 학습 동기를 촉진시키고 호기심을 유발한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 관찰 기능의 정의와 방법을 학습하고 개구리 해부 탐구활동을 통해 개구리의 내부, 외부 생김새와 척수반사를 관찰할 것임을 학습 목표로 제시한다. - 콜라의 맛, 칠판을 굽는 소리, 지우개의 촉감 등 일상생활에서의 관찰 사례를 제시한다.
명확하게 설명하기	<ul style="list-style-type: none"> - 관찰의 명확한 정의를 제시하고 중요성을 인식하게 한다. - 관찰 기능의 실행 과정과 활용방법을 직접적으로 설명한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 관찰의 정의, 중요성, 실행 과정, 활용 방법에 대하여 기초 탐구 기능의 적용 준거를 바탕으로 프레젠테이션 자료로 정리하여 설명한다.
구체적 사례 시범 보이기	<ul style="list-style-type: none"> - 구체적 사례를 통해 초보적 관찰, 조작적 관찰을 시범보임으로써 안내된 연습, 독립적 연습단계에서 학생이 직접 활동하는데 어려움을 겪지 않도록 한다. - 관찰과 추론 내용을 구별해야 함을 구체적 사례를 통해 시범보일 때, 명확한 언어를 사용함으로써 학습에 혼란이 생기지 않도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 장미꽃과 백합꽃을 해부하여 관찰한 사례를 제시하여 설명하면서 관찰 기능을 시범 보인다. - 관찰한 내용과 추론한 내용을 구별해야 함을 장미꽃과 백합꽃의 관찰 사례를 통해 구체적으로 설명한다.
질의-응답하기	<ul style="list-style-type: none"> - 관찰 기능에 대하여 교사는 학생의 이해와 기억의 정도를 확인하고 학생은 자신이 이해하지 못한 내용에 대하여 추가적으로 안내를 받는다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 명확하게 설명하기 단계와 구체적 사례 시범 보이기 단계에서 설명한 내용을 학생들에게 질문하고 이해가 부족한 내용은 추가 설명한다. 학생은 이해하지 못한 부분을 교사에게 질문하고 추가 설명을 듣는다.
단계적으로 연습하기	<ul style="list-style-type: none"> - 학생이 초보적 관찰, 조작적 관찰을 직접 수행해 볼 수 있도록 자극 단서를 제공한다. 학생의 인지 수준에 적합한 흥미 있는 자극 단서를 점차적으로 제공한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 어류, 파충류, 조류, 포유류의 내부 생김새를 그림을 통해 점차적으로 제시하면서 학생들이 공통되거나 특징적인 내부 기관을 찾는 활동을 수행하도록 유도한다.
독립적으로 연습하기	<ul style="list-style-type: none"> - 학습목표에 제시된 교과내용지식의 습득을 위해 학생 스스로 개인, 또는 조별 탐구활동을 수행하도록 한다. - 수행하는 탐구활동을 관찰 기능의 수업 적용 준거와 관련지어 자신의 언어로 표현하도록 격려하여, 학생 서로간의 의견 교환이 이루어지도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 개구리의 생김새와 척수반사를 조별 탐구활동을 통해 학생이 직접 관찰할 수 있도록 한다. 초보적 관찰을 통해 생김새를 관찰하고, 조작적 관찰을 통해 척수반사를 관찰하도록 유도하며, 조별로 의견 교환을 위한 토론 시간을 갖는다.
정리 및 평가하기	<ul style="list-style-type: none"> - 수업을 통해 학습한 교과내용지식, 관찰 기능에 대한 내용을 교사가 요약/정리한다. - 교과내용지식의 이해와 관찰 기능의 수행에 대하여 자기평가를 할 수 있도록 유도함으로써 수업을 통해 습득한 내용을 검토하고, 부족한 부분을 확인할 수 있게 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 관찰 기능을 프레젠테이션 자료로 요약/정리하여 제시한다. - 개구리의 내부 및 외부 생김새와 척수반사에 대해 프레젠테이션 자료로 요약/정리하여 제시한다. - 활동지 작성을 통해 탐구활동과 관찰 기능의 수행이 효과적으로 이루어졌는지 자기평가를 할 수 있도록 유도한다.

측정 기능을 적용하여 진행된 수업에서 교사는 측정 기능에 관한 수업목표를 직접적이고 분명하게 제시하며 체온계, 자동차의 속도 등 학생이 일상생활에서 접할 수 있는 내용을 소개함으로써 학생들의 주의를 학습목표에 집중시키면서 학습 동기를 촉진시키고 있음을 확인할 수 있었다.

교사: (중략) 학습목표를 다 같이 읽도록 하겠습니다.

학생: 야채로켓 만들기를 통해 촉매반응과 효소의 특징을 설명할 수 있다. 측정하기의 정의와 방

법을 알고 효과적으로 활용할 수 있다.

교사: (중략) 측정하기도 우리가 과학에서 뿐만 아니라, 과학적 탐구뿐만 아니라 우리 일상생활에서도 굉장히 다양하게 쓰이고 있어요. 체온을 측정하기 위해서 체온계를 사용하는 것, 그리고 채소가게에서 채소 살 때 저울로 무게를 재가지고 그 무게에 따라서 돈을 내고 채소를 사죠.

2) 명확하게 설명하기 단계의 수업 분석

측정 기능을 적용하여 진행된 수업에서 교사는 측정

기능의 실행 과정과 활용 방법을 직접적으로 설명함으로써 학생 중심의 수업 단계인 단계적으로 연습하기, 독립적으로 연습하기 단계에서 학생이 측정을 원활하게 수행할 수 있도록 유도함을 확인할 수 있었다.

교사: 좋은 측정을 하려면 어떻게 해야 될까. (중략) 어렵하기는 정확하게 측정을 하기 전에 대략적으로 그 값을 짐작해 보는 것을 말합니다. 지금 과학실의 앞뒤 길이가 얼마나 되는가 하는 것은 줄자를 이용하면 정확한 값을 알 수 있겠지만 대략 6~7m정도 된다. 이렇게 이야기하는 것을 어렵하다고 합니다.

어림은 도구나 기계를 사용하지 않고 정량적 자료를 얻는 것을 말하며, 기초 탐구 기능의 측정 기능에 포함된다(AAAS, 1990; 조희형과 최경희, 2001). 교사가 학생들에게 어렵하기의 정의와 방법을 명시적으로 설명함을 확인할 수 있었다.

Grossen(1993)은 과학 탐구수업에 있어서 실험이나 토론활동을 하기 전에 교사가 명시적 교수활동을 제공할 때 학생들에게 최대한의 교수효과를 줄 수 있고 하였으며, 이 연구에서도 명확하게 설명하기 단계에 대해서 학생은 교사의 명시적이고 직접적인 설명이 과학 탐구 기능을 이해하는데 효과적임을 언급하면서 긍정적 반응을 나타냈다.

“과학 탐구 기능을 직접 자기가 해 가지고 깨닫는 것은 어느 정도 한계가 있으니까 직접 선생님께서 이렇게 설명을 더 해 주시고 하는 게 더 실험에 효과적이고 그런 것 같아요.” (학생1)

“생물탐사 동아리에서 배운 과학 탐구 기능은 설명을 해 주고 하니깐 좋고요. 개념하고 다 해서 좋고 그 이후에 실험까지 하니깐 나중에도 더 좋은 것 같아요. 나중에 기억에도 잘 남을 것 같아요.” (학생5)

암시적으로 과학 탐구 기능을 학습하는 것 보다 명시적 수업을 통해 과학 탐구 기능을 학습하는 것이 더 효과적이라고 학생이 인식하고 있음을 면담 내용을 통해 확인할 수 있었다.

3) 구체적 사례 시범 보이기 단계의 수업 분석

Rosenshine(2002)은 학생이 인지적으로 잘 받아들이는 교수 절차로서 시범을 강조하였는데 이러한 특징이 잘 드러나는 수업 장면을 제시하면 다음과 같다.

교사: 이 사진을 보면, (중략) 이 건물 높이를 이 그림만을 보고 높이가 얼마나 될지 예상해 보는 거예요.

학생: 사람을 기준으로 건물이 몇 배나 될 지.

교사: 그렇죠. 건물 앞에 서 있는 사람을 기준으로 그 사람의 키가 약 170cm정도 된다고 가정을 하고 이 사람을 기준으로 이 건물이 몇 배나 될 지 예상할 수 있겠죠. 만약 사람의 10배 정도 된다고 하면 건물의 높이는 17m가 될 것입니다. 이처럼 관찰 사실과 논리적 근거를 바탕으로 예상을 해야 좋은 예상하기라고 할 수 있어요. 근거 없이 예상하는 것보다는 사실과 일치할 가능성이 더 크겠죠?

예상 기능을 적용하여 진행된 수업에서 교사는 사진에 있는 건물의 높이를 예상하는 한 가지 사례의 시범을 통해 예상 기능의 실행 과정을 직접적으로 설명함으로써 단계적으로 연습하기, 독립적으로 연습하기 단계에서 학생이 예상을 원활하게 수행할 수 있도록 유도함을 확인할 수 있었다.

명시적 교수의 핵심은 교사의 시범을 통해 학생들을 학습활동에 능동적으로 참여시키는데 있으며 (Jones *et al.*, 1997), 교사가 제시하는 사례는 학생들의 교육경험에 있어서 매우 중요하다(Kame enui & Simmons, 1990). 현장 교사 또한 이러한 시범 보이기의 중요성을 인식하였으며, 구체적인 사례 및 활동의 제시가 필요함을 강조하였다.

“학생들에게 과학 탐구 기능을 가르치면서 그것과 관련된 사례나 활동을 구체적으로 제시하지 않으면 교사가 지시한 것을 학생들이 잘 수행해 나가지 못해요. 이론으로 배운 것을 실제 실험과 연결시키는 것을 힘들어하기 때문에 자세히 예를 들어 줘야 해요.” (이교사)

Rosenshine과 Stevens(1986)는 구체적이면서도 확실한 시범을 보여주며, 확실한 사례를 다양하게 제시해야 한다고 함으로써 시범 보이기의 중요성을 강

조하였으며, 이 연구에서도 과학 탐구 기능의 실행 과정을 충분히 설명할 수 있는 다양한 사례를 선정하여 학생들에게 제시할 때, 학생의 인지 수준에 맞게 사례의 내용을 재구성하여 교수 학습할 수 있는 효과적인 전략의 필요성이 요구됨을 수업일지 분석을 통해 확인하였다(표 8).

표 8
수업일지에 기록된 사례 선정 및 재구성의 필요성

기록 내용
<p>학생들이 과학 탐구 기능의 실행과정을 직접 수행해 나갈 수 있도록 하기 위해서는 구체적인 사례를 통해 시범을 보이는 구체적 사례 시범 보이기 단계가 매우 중요한데 학생들의 인지수준에 적합한 수업 한 사례나 활동을 선정하여 설명하고 학생들을 이 일지 해시키는 것이 쉽지 않음. 간단한 사례는 과학 탐구 기능의 실행 과정을 충분히 포함하여 설명하기 어렵고, 과학 탐구 기능의 실행 과정에 대한 자세한 설명이 가능한 사례는 학생들이 이해하는데 어려움을 겪는 경우도 있음.</p>

4) 질의-응답하기 단계의 수업 분석

추리 기능을 적용하여 진행된 수업에서는 교사와 학생이 추리 기능에 대해 질문과 답변 형식으로 상호 작용 활동을 수행하였는데 이를 통해 교사는 자신의 질문에 대한 학생의 답변을 통해 학생의 이해 정도를 파악하고, 학생은 본인이 이해하지 못한 부분에 대하여 질문을 함으로써 교사의 답변을 통해 추가적으로 내용을 이해하려고 노력하는 것을 확인할 수 있었다.

Rosenshine과 Stevens(1986)는 학생이 어려워하는 부분은 상세한 설명과 재설명으로 이해를 도와야 한다고 주장하였으며, 이러한 특징이 잘 드러나는 수업 장면을 제시하면 다음과 같다.

- 교사: 플랑크톤은 조그맣다, 어떨까? 그게 추리가 될 수 있을까요?
- 학생: 아니오, 존재한다.
- 교사: 플랑크톤은 존재한다? 그건 추리라고 할 수 있을까? 아니면 관찰일까?
- 학생: 그냥, 플랑크톤의 존재가 믿기지 않았어요.
- 교사: 플랑크톤의 존재가 믿기지 않았지만 눈으로 현미경을 통해 봤죠. 그러니까 관찰, 관찰한 사실이 되겠죠. (중략) 플랑크톤을 관찰하니깐 뭘 알게 되었습니까?

학생: 동그란 모양 같은.

교사: 플랑크톤이 동그래요? 그럼 그걸 가지고 어떤 추리를 할 수 있을까요?

학생: 플랑크톤은 동그랄다.

교사: 그건 관찰한 사실이지.

학생: 뭘 추리해야 할지 모르겠어요.

교사: 추리는 관찰한 사실과 과학적 근거를 토대로 할 수 있다고 했죠. 아까 선생님이 플랑크톤은 물 위에 둥둥 떠다니는 부유생물이라고 했는데 이러한 과학적 근거와 플랑크톤은 동그랄다는 관찰 사실을 토대로 플랑크톤이 물 위에 떠다니기 위해서는 동그란 모양을 갖는 것이 유리할 것이다, 이런 식으로 추리할 수 있겠죠.

조희형과 최경희(2001)에 따르면, 학생의 관찰 사실과 추리를 교사가 구분시켜줄 때 과학 탐구 기능을 더욱 향상시킬 수 있다고 주장하였다. 앞서 제시한 수업 장면에서 학생이 플랑크톤을 관찰한 사실과 추리를 혼동할 때, 교사가 설명을 통해 관찰 사실과 추리를 구분하면서 학생의 이해를 돕는 것을 확인할 수 있었다.

5) 단계적으로 연습하기 단계의 수업 분석

예상을 적용하여 진행된 수업에서 학생이 개구리의 내부 구조 예상하기를 직접 수행해 볼 수 있도록 돕기 위하여 학생의 인지수준에 적합한 흥미 있는 자극 단서로서 교사가 붕어, 거북이, 닭, 그리고 쥐의 내부 구조에 관한 자료를 점차적으로 제공하는 것을 확인할 수 있었다.

- 교사: 여러분들이 개구리의 내부 생김새를 막연히 예상하기는 힘드니까 선생님이 다른 네 가지 동물들의 내부 생김새를 그림과 함께 짧게 설명해 줄게요. 먼저, 붕어는 아가미로 호흡을 하죠. (중략) 다음으로 거북이의 내부 생김새입니다. 거북이는 붕어와는 다르게 폐가 있어요. 그리고 여기에 심장이 있고 (중략) 다음 그림은 조류인 닭의 내부 생김새입니다. 식도와 기관을 따라 이렇게 내려오면 모래주머니가 있죠. (중략) 닭의 내부 생김새는 여기까지 이야기하도록 하고, 다음은 포유류인 쥐의 내부 생김새입니다. 여기에 폐가 있고, 간, 소장, 위, 대장을 쪽 따라 내려오면 배설기관이 있죠. 여

기 크게 보이는 게 바로 맹장이예요.

어류, 파충류, 조류, 포유류의 내부 생김새를 그림을 통해 점차적으로 제시하면서 학생들이 공통된 내부 기관 또는 특징적인 내부 기관을 찾는 활동을 수행하도록 유도함으로써 양서류인 개구리의 내부 구조를 예상하는데 어려움을 겪지 않게 돕는 것을 확인할 수 있었다.

6) 독립적으로 연습하기 단계의 수업 분석

학생들은 면담을 통해 독립적으로 연습하기 단계가 과학 탐구 기능을 이해하고 인식하는 것뿐만 아니라 오랫동안 과학 탐구 기능을 기억하는데도 도움이 되었다고 언급함으로써 긍정적인 반응을 나타냈는데, 이에 대한 학생과의 면담 결과를 제시하면 다음과 같다.

“직접 실험을 하면서, 탐구를 하면서 배울 수 있었어요. 그리고 학교에서 배운 내용도, 아니면 배우지 않은 내용이나 그런 거를 좀 더 깊이 자세히 인식할 수 있고요. 그래서 유익한 것 같아요. (중략) 실험을 하면 그게 강렬하게 오랫동안 머리에 남아 있잖아요. 그런 점이 참 좋은 거 같아요.” (학생2)

“학교에서 이론으로만 배우는 거 있잖아요. 그런 거는 다시 반복학습도 해야 되고 그런 게 있잖아요. 그런데 이거는 실험하고, 보고, 아 이렇게 하는 거구나 하면은 다음에도 더 오래 기억도 나고.” (학생4)

“실험을 하는 것은 실습을 하는 거잖아요. 그러니까 실습을 하면서 경험을 쌓고, (중략) 연습을 하는 거잖아요. 과학 탐구 기능에 대한.” (학생6)

관찰을 적용하여 진행된 수업에서 학생 스스로 개구리 해부 탐구활동을 수행하였는데 관찰한 내용을 자신의 언어로 표현하면서 서로 의견 교환을 하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

- 학생a: 느낌 안 이상해? 좀 말랑말랑.
- 학생b: 피부 만지는 거 같지?
- 학생c: 파가 끈적거린다.
- 학생d: 아, 그거 황경막.
- 학생e: 사람 간이랑 비슷하다.

학생: 위 진짜 크다, 사람처럼 생겼어.

다만, 탐구활동의 수행에 있어서 학생들의 능동적 참여와 학생 간의 자유로운 토론을 통한 상호작용이 아직 미숙하며, 따라서 반복적인 연습을 통한 숙련의 필요성 또한 수업 장면을 통해 확인할 수 있었다.

7) 정리 및 평가하기 단계의 수업 분석

예상을 적용하여 진행된 수업에서 교사가 정리 및 평가하기 단계를 통해 기초 탐구 기능에 대한 내용을 요약/정리하는 것을 확인할 수 있었다.

교사: 과학적 예상도 사실과 다를 수 있다고 했지. 그렇다고 과학적이지 못한 예상, 잘못된 예상이라고 해야 할까? 과학적 근거를 토대로 했다면 옳은 예상이라고 할 수 있어요. 과학적이지 못한 근거를 든 예상이 잘못된 예상이죠. (중략) 오늘 수업에서 자신이 예상한 내용 중에서 좋은 예상이라고 생각되는 것을 적고 왜 그렇게 생각하는지, 좋지 않은 예상이라고 생각되는 것을 적고 왜 그렇게 생각하는지 잘 생각해 활동지의 빈 칸을 채워 봅시다.

또한, 기초 탐구 기능과 교과내용지식에 대하여 학생 스스로 활동지 작성을 통해 반성적 자기평가를 할 수 있도록 유도하였다. 이를 통해 학생이 수업을 통해 습득한 내용을 검토하고 스스로 부족한 부분을 확인할 수 있다는 점에서 긍정적이라고 할 수 있다.

3. 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거 범주에 따른 학생들의 이해 정도 분석

2학기 수업 종료 후에 실시한 2차 학생 면담은 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거(표 6)에 포함된 42개 요소를 바탕으로 질문을 개발하였고, 6명의 학생을 대상으로 각 학생당 약 한 시간씩 심층적으로 진행되었다. 각각의 질문에 대한 학생의 진술 내용을 채점 척도에 따라 상·중·하로 분류하여 각각 5점, 3점, 1점으로 채점하였다(표 9).

1) 과학 탐구 기능의 정의와 중요성 범주에 대한 이해 정도 분석

표 9
2차 학생면담에서 학생 진술의 평가 기준

평가 방법	채점 척도(배점)		
	상(5점)	중(3점)	하(1점)
심층 면담 평가	질문에 대한 학생의 진술 내용이 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 구체적이고 정확하게 포함하고 있음.	질문에 대한 학생의 진술 내용이 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 포함하고 있으나 정확하지 않음.	질문에 대한 학생의 진술 내용이 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 포함하지 않거나 틀린 내용을 진술함.

과학 탐구 기능의 정의와 중요성 범주의 분석 결과, 대부분의 학생이 관찰, 분류, 예상, 추리, 측정의 다섯 가지 기초 탐구 기능의 정의를 대부분 상세하고 정확하게 진술하였다(표 10).

기초 탐구 기능의 중요성을 묻는 질문에서 관찰과 분류, 추리, 그리고 측정의 중요성을 대체로 정확하게 진술한 반면, 예상의 중요성은 옳지 않은 진술을 함으로써 평균 1.7의 낮은 점수를 나타냈다(표 10의 범주 ① - ⑱).

학생2, 학생3, 학생4, 학생5는 예상의 중요성을 설명하는데 있어서 예상을 가설 설정과 혼동하였는데 각 학생의 진술 내용을 제시하면 다음과 같다.

“일단 예상해 놓은 것에 맞춰서 예상을 한 다음에 그것에 맞춰 가지고 실험을 해 볼 수 있을 것 같아요.” (학생2)

“예상하는 게 있어야 그게 맞는지 실험을 해 보죠. 예상하기를 안하고 실험을 그냥 하는 거는 잘못된 것 같아요.” (학생3)

“우선 어떻게 될지를 알아야 할 것 같아요. 어떻게 될지 알아야 실험을 통해 확인할 수 있잖아요. 그러니까 이게 어떻게 될 것이라고 미리 알아야 어떻게 든 실험을 하니까요.” (학생4)

“예상은 실험이나 어떤 결과를 도출해내는 과정에서 아무 것도 모른 채로 그냥 무작정 한 다음에 무조건 그 결과가 맞다고 할 수 없잖아요. 근데 우리가 예상 했을 때는 결과가 맞으면 왜 맞는지 생각해 보고 틀리면 왜 틀린지 그런 걸 생각해 본 다음에 실험에 오류가 있을 수도 있고 내 예상에 오류가 있을 수 있잖아요.” (학생5)

예상은 현재의 관찰 결과를 바탕으로 앞으로의 결과를 예측하는 과정이며, 주어진 사건이나 사실로부터 아직 일어나지 않은 사건을 미리 생각하는 것으로 정의할 수 있고 가설은 어떤 현상의 질문에 대한 잠정적인 설명으로 정의할 수 있다(서울대학교 과학교육연구소, 2005). 가설은 탐구 문제에 관한 변인을 포함하고 있어야 한다는 점에 있어서도 예상과 다르다.

4명의 학생들 중에서도 특히 학생2는 예상에 맞춰

표 10
과학 탐구 기능의 정의와 중요성 범주 분석 결과

		범주	학생1	학생2	학생3	학생4	학생5	학생6	평균
과학 탐구 기능의 정의/중요성	관찰	① - ①	5	5	3	3	5	5	4.3
		① - ②	3	5	3	5	5	5	4.3
	분류	① - ⑧	5	5	5	5	5	5	5
		① - ⑨	5	3	5	5	5	5	4.7
	예상	① - ⑱	3	3	5	3	3	5	3.7
		① - ⑲	3	1	1	1	1	3	1.7
	추리	① - ⑳	5	5	5	3	1	5	4
		① - ㉑	3	1	5	1	5	3	3
	측정	① - ㉒	5	3	5	5	5	5	4.7
		① - ㉓	5	5	5	5	5	5	5

실험을 진행해야 한다고 진술하였는데 가설을 검증할 때 변인에 따라 실험을 진행해야 하는 것을 예상의 중요성으로 혼동하고 있는 것으로 해석된다.

2) 과학 탐구 기능의 실행 과정 범주에 대한 이해 정도 분석

과학 탐구 기능의 실행 과정 범주의 분석 결과, 대부분의 학생이 관찰, 분류, 예상, 추리, 측정의 다섯 가지 기초 탐구 기능의 실행 과정을 명확하게 이해하였다고 답하였으며, 기초 탐구 기능의 실행 과정을 묻는 질문에 대부분 상세하고 정확하게 진술하였다(표 11).

측정의 목적을 명확히 알고 목적에 따라 측정 횟수와 방법을 결정해야 함을 인식하고 있는지에 대한 질문에서 6명 중 4명의 학생이 옳지 않은 진술을 함으로써 평균 1.7의 낮은 점수를 나타냈다(표 11의 범주 [2]-⑩).

학생2, 학생4, 학생5, 학생6은 측정의 목적에 따라 측정의 횟수를 결정하는 것이 아니라 실험하는 사람의 주관적 판단에 따라 결정된다고 답하였는데 다음은 각 학생의 진술 내용을 제시한 것이다.

“여러 번 재보는 게 오차가 있는지 없는지 그런 걸

확인하기 위해서 하는 거라고 생각하기 때문에 측정하기가 제대로 된다면 그때쯤에 멈춰도 될 것 같아요.” (학생2)

“너무 많아서도 안 되고 너무 적어서도 안 되고, 너무 적게 하면 이게 정확하지 않아서 안 좋고 너무 많게 하면 시간이랑 너무 쓸데없이 시간을 쓰는 것 같아요.” (학생4)

“어떤 실험이라도 너무 많이 재거나 너무 조금 재도 안 좋은 거 같아요. 너무 많이 재면 혼란이 될 수 있고 너무 조금 재면, 정확한 답이 안 나올 수 있으니까.” (학생5)

“자기가 원하는 대로 하는 것 같은데요. 누구는 많이 측정할 수 있고 또 누구는 여기서부터 여기까지 측정값이 나왔다 할 수도 있고요.” (학생6)

3) 과학 탐구 기능의 활용 방법 범주에 대한 이해 정도 분석

과학 탐구 기능의 활용 방법 범주의 분석 결과, 대부

표 11 과학 탐구 기능의 실행 과정 범주 분석 결과

		범주	학생1	학생2	학생3	학생4	학생5	학생6	평균
관찰		[2]-③	3	5	5	3	5	5	4.3
		[2]-④	3	5	5	1	5	5	4
		[2]-⑤	5	5	5	5	5	5	5
		[2]-⑥	5	5	3	3	5	5	4.3
분류		[2]-⑩	5	5	5	5	5	5	5
		[2]-⑪	5	5	5	5	5	3	4.7
		[2]-⑫	1	5	5	5	5	3	4
예상		[2]-⑳	5	3	5	3	3	5	4
		[2]-㉑	5	3	3	3	3	5	3.7
		[2]-㉒	5	1	5	5	5	5	4.3
		[2]-㉓	5	5	5	1	5	5	4.3
추리		[2]-㉔	3	5	5	5	5	5	4.7
		[2]-㉕	3	3	5	5	3	3	3.7
		[2]-㉖	1	1	3	5	3	5	3
		[2]-㉗	1	1	3	5	3	5	3
측정		[2]-㉘	5	5	5	5	5	5	5
		[2]-㉙	3	1	3	1	1	1	1.7

과학 탐구 기능의 실행 과정

분의 학생이 관찰, 분류, 예상, 추리, 측정의 다섯 가지 기초 탐구 기능의 활용 방법을 명확하게 이해하였다고 답하였으며, 기초 탐구 기능의 활용 방법을 묻는 질문에 대부분 상세하고 정확하게 진술하였다(표 12).

분류에 있어서 나누어진 집단을 관찰하여 더 하위 집단으로 분류해야 함을 인식하였는지에 대한 질문에서는 6명 중 5명의 학생이 옳지 않은 진술을 함으로써 평균 1.3의 낮은 점수를 나타냈다(표 12의 범주 ③ - ⑱).

6명 중 5명의 학생이 대상을 분류하는데 있어서 나누어진 집단을 관찰하여 더 하위 집단으로 분류할 때 실험하는 사람의 주관적 판단에 맡겨야 하며, 너무 세분화된 집단으로 분류하는 것은 효과적이지 않다고 답하였다. 각 학생의 진술 내용을 제시하면 다음과 같다.

“분류를 설정할 때는 세부적으로 분류해야한다면 세부적으로 분류해야 하겠지만 대부분 다 어느 정도, 한 두 세 번 정도 나뉘니까 그렇게 세부적으로 할 필요는 없을 거 같아요. 특정한 목적 이외에는.” (학생1)

“너무 세분화되면 그것을 기준이 너무 많아서 복잡하고요. 정리가 잘 안되고, 그럴 거 같아요. 기준이 적당히 있어야, 너무 많지 않아야 한눈에 보기 편하고 그럴 것 같아요.” (학생2)

“너무 많이 나뉘가지고 맨 마지막에 보니까 하나씩 하나씩 나뉘었어요. 그러면 분류하기 전에 그냥 널려 있는 것과 똑같잖아요. 그리고 너무 많이 나뉘면 찾기가 힘들어요. 하나하나 다 봐야 되잖아요. 그런데 여기 있는 이게 어디에 속한다 하면 그 안에서만 봐도 되잖아요.” (학생3)

“분류를 계속 하다 보면 나중에는 그룹이 우리가 생각한 그 개체 수만큼 나올 수도 있는 거잖아요. 원래 가지고 있는 개체수를 그룹별로 줄이기 위해서 분류하는 거잖아요. 좀 더 쉽게 하기 위해서. 근데 계속 세분화 하다 보면 한 그룹에는 개체가 두 개밖에 없을 수도 있고 이러니까 그러면은 결국 분류하기의 의미가 없어지는 거 같아요 그러니까, 별로 안 좋은 거 같아요.” (학생5)

“분류하는 사람 생각에 따라 원하는 대로 하는 것 같아요.” (학생6)

이원분류, 3분법, 4분법, 다분법과 다단계 분류 등 다양한 분류의 종류와 수준에 따라 분류할 수 있는지를 묻는 질문에서는 6명의 학생 모두 옳지 않은 진술을 함으로써 평균 1의 낮은 점수를 나타냈다(표 12의 범주 ③ - ⑳).

표 12 과학 탐구 기능의 활용 방법 범주 분석 결과

		범주	학생1	학생2	학생3	학생4	학생5	학생6	평균
과학 탐구 기능의 활용 방법	관찰	③ - ⑦	5	5	5	5	5	5	5
		③ - ⑬	1	1	1	1	1	1	1
		③ - ⑭	5	3	5	5	5	3	4.3
	분류	③ - ⑮	5	5	5	1	5	1	3.7
		③ - ⑯	5	5	5	5	5	5	5
		③ - ⑰	1	1	1	3	1	1	1.3
	예상	③ - ⑲	5	5	5	3	5	5	4.7
		③ - ⑳	3	3	1	3	3	1	2.3
		③ - ㉑	5	3	3	5	5	5	4.3
	추리	③ - ㉒	5	5	5	5	5	5	5
		③ - ㉓	5	3	5	5	5	1	4
		③ - ㉔	5	3	5	3	5	1	3.7
측정	③ - ㉕	1	3	5	1	5	5	3.3	
	③ - ㉖	5	5	5	5	5	5	5	
	③ - ㉗	5	5	5	5	5	5	5	

김희경 등(2007)은 과학 교과서의 기초 탐구 기능 분석을 통해, 한 가지 특성에 따른 이원분류와 다단계 분류에 대한 내용이 교과서에 가장 많이 기술되어 있다고 주장하였다.

선행연구를 바탕으로 구성된 이 연구의 수업에서도 구체적 사례 시범 보이기 단계와 단계적으로 연습하기 단계에서 이원분류, 다단계 분류가 주로 수행되었다. 3분법, 4분법, 다분법 등은 명확하게 설명하기 단계에서 제시하였으나 교사의 시범과 학생의 연습이 이루어지지 않았기 때문에 낮은 점수를 기록한 것으로 해석된다.

4. 수업 전/후의 학생 변화 및 수업 효과 분석

지필식 검사와 3차 면담을 분석하여 기초 탐구 기능에 대한 학생들의 이해 정도 변화 및 수업 효과를 확인하였다.

지필식 검사는 두 차례 실시하였는데 1차 검사는 다섯 가지 기초 탐구 기능에 대한 수업이 이루어진 이후 실시하였고, 2차 검사는 예상과 추리의 추가 수업까지 이루어진 이후, 즉 모든 수업이 완료된 다음 실시하였다.

수업 종료 6개월 후에 실시된 3차 학생 면담을 통해 학생들의 기초 탐구 기능, 과학적 탐구에 대한 인식

변화와 더 나아가서는 다른 과목, 일상생활에서의 기초 탐구 기능 적용과 관련된 파급 효과를 분석하였다.

1) 1차, 2차 지필식 검사에서 예상과 추리의 이해 정도 및 관점 변화 분석

1차 지필식 검사 결과, 예상과 추리의 정의와 이해 정도에 대한 학생의 진술이 대부분 정확하지 않았으며 관찰, 분류, 측정의 정의와 이해 정도에 대한 진술에 비하여 상대적으로 부정적 결과를 나타냈다.

1차 지필식 검사 결과를 반영하여 예상과 추리의 추가 수업을 구성하고 진행하였으며, 추가 수업 이후 예상과 추리에 대한 2차 지필식 검사를 실시하였다. 그리고 1차와 2차 지필식 검사를 비교하여 예상과 추리에 대한 학생의 이해 정도, 인식 변화를 분석하였다.

분석 결과 첫째, 예상과 추리의 의미에 대해 학생들이 더욱 명확히 인식하게 된 것을 확인할 수 있었다(표 13). 1차 지필식 검사에서는 예상과 추리를 혼동하여 진술하였으나, 2차 지필식 검사에서는 각각 예상과 추리의 개념을 구분하여 명확히 진술하였다.

둘째, 예상의 실행 과정에 대한 추상적인 관점이 개선된 것을 확인할 수 있다(표 14). 1차 지필식 검사에서는 '뭔가 부족한 느낌', '어색하다' 라는 추상적인 개념의 단어를 사용하였는데 이것은 학생의 관점이 명확하지 못함을 의미한다. 반면에 2차 지필식 검사

표 13
예상과 추리의 의미 이해 정도 변화

		1차	2차
정의	예상	학생6 어떤 사건이 어떻게 일어났을까 하고 미래나 과거를 생각해 보는 것.	예상하기란 지금까지 있었던 일, 제시된 조건을 가지고 미래에 있을 일을 생각해 보는 것이다.
	추리	학생3 근거를 들어 예상하는 것.	확실한 사실과 근거들로 왜 결과가 나타났는지 알아내는 것.

표 14
예상의 실행과정에서 추상적 관점 개선

		1차	2차
실행과정	예상	학생1 닭이 아닌 동물이 모래주머니가 없을 거라는 예상은 웬지 뭔가 부족한 느낌을 준다.	그다지 좋은 예상은 아닐 듯하다. 우선 아직 관련된 지식이 부족하고 정보도 많이 부족하기 때문이다.
	예상	학생2 '닭이 아니기 때문에 모래주머니가 없을 것이다.' 라는 예상에서 '닭이 아니기 때문' 은 어색하다.	좋은 예상이다. 실제로 닭발의 힘줄을 찾아 당겨 보았을 때 손가락이 오므라들었고, 힘줄을 놓을 때 손가락이 퍼졌기 때문이다. 그것을 바탕으로 사람의 손도 같을 것이라고 예상할 수 있다. (관찰 사실을 바탕으로 예상할 때 좋은 예상이라고 생각함.)

에서는 추상적인 개념의 단어 사용이 보이지 않으며, 좋은 예상은 관찰 사실, 과학적 지식 및 정보를 바탕으로 이루어진다는 관점을 가지게 된 것을 확인할 수 있다.

셋째, 좋은 예상을 판단하는 학생의 기준이 개선되었음을 확인할 수 있다(표 15). 좋은 예상은 탐구 결과와의 일치 여부가 아니라 얼마나 과학적 근거와 관찰 사실을 활용하여 논리적으로 이루어졌는가에 따라서 판단해야 한다(AAAS, 1990). 1차 지필식 검사에서는 좋은 예상하기를 결과와의 일치 여부로 판단하였으나 2차 지필식 검사에서는 과학적 지식과 정보를 통한 예상을 좋은 예상으로 판단하고 있으므로 학생의 관점이 개선된 것으로 해석할 수 있다.

2) 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수 학습 전략의 파급 효과 분석

첫째, 학생들이 일상생활의 문제를 해결하는데 있어서 논리적으로 변화된 것을 확인하였다. 문제의 해결 과정에 있어서 논리적으로 변화된 것을 학생 스스로 인식하였는데 논리적 사고 과정을 포함하는 예상, 추리의 학습 결과로 해석할 수 있다.

2009 개정 교육과정에서는 ‘일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도의 함양’을 과학과 교육과정의 목표 중 하나로 설정하고 있으며(교육과학기술부, 2009), 학생들이 일상생활의 문제를 해결하는데 있어서 논리적으로 변화되었다는 이 연구의 결과는 기초 탐구 기능의 명시적 수업이 과학과 교육과정의 목표 달성에도 효과적임을 보여준다.

“어떤 사람이 화났을 때 주변 상황들이나 그 전에 있었던 상황들, 바로 직전에 있었던 상황들을 다 보고 그것을 이용해서 추리를 해 가는 과정도 있었던 거 같아요. 과학 탐구 기능을 배우기 전에는 그냥 뭐, 그걸 그냥 이유 같은 걸 생각해 보다 말았어요. 좀 더 논리적이고 체계적으로 바뀐 것 같아요.” (학생1)

“실생활에 과학 탐구 기능을 떠올려 보면서 고려해 본 경험이 있었던 것 같아요. (중략) 옛날보다 많이 논리적으로 생각하게 되는 것 같아요.” (학생2)

“그냥 옛날보다 많이 논리적이라고 해야 될까? 그냥 옛날에는 막연하게 한 거 같은데 이제는 과학 탐구 기능을 알고 나니까 (중략) 실험을 하거나 일상생활에서도 내가 아는 부분이 나오면 이런 데에 관련해서 아는 부분이 나오면 자신감이 생기는 것 같아요.”(학생5)

둘째, 탐구를 수행함에 있어서 탐구의 결과뿐만 아니라 과정도 중요함을 인식하게 된 것을 확인하였다. 탐구활동을 수행하는데 있어서 탐구의 결과인 과학적 지식만을 중요하게 생각하던 관점에서 벗어나 과학적 지식을 얻는 과정인 탐구의 과정에 대한 중요성 또한 인식하게 되었고, 과학 탐구 기능을 활용하여 탐구활동을 체계적으로 수행하려고 노력하게 된 것으로 해석된다.

조희형과 최경희(2001)는 현대 사회에 있어서 과학적 지식뿐만 아니라 그것을 얻거나 검증하기 위한 과학 탐구 기능의 중요성을 강조하였으며, 이 연구에서는 학생 스스로 과학 탐구 기능의 중요성을 인식하게 되었다는 점이 주목된다. 다음은 이와 관련된 학생의 면담 내용을 제시한 것이다.

“무엇을 배운다는 게 꼭 실험의 결과만이 아니라 (중략) 최종적으로 결론을 배운다고 할 수는 있겠지만 그 과정 속에서도 자기가 몰랐던 걸 스스로 터득해 갈 수 있겠죠.” (학생1)

“옛날에는 그냥 결과만을 알고, 결과만을 그냥 맞게 하기 위해서 실험했는데요. 이제는 진짜 과정도 중요하게 생각해서 이렇게 하는 거 같아요. 그리고 배운 과학 탐구 기능, 그거에 맞게 순서에 맞춰서 하게 되었고 그래서 결과도 더 좋은 결과를 얻을 수 있었던 거 같아요.” (학생5)

표 15
좋은 예상의 판단 기준 개선

		1차	2차
실행 과정	예상	학생4 내 예상이 맞았다. (예상이 탐구 결과와 일치할 때 예상하기라고 생각함.)	좋은 예상이다. 지식하고 정보가 충분하기 때문에. (충분한 과학적 지식과 정보를 통해 예상을 할 때 좋은 예상하기라고 생각함.)

셋째, 과학 탐구 기능의 활용 방법에 대한 학습을 통해 탐구학습의 의미를 확립하게 되었음을 확인하였다. 명시적 수업을 통해 과학 탐구 기능을 활용할 수 있는 방법을 학습함으로써 탐구활동에 있어서 학생 스스로 과학 탐구 기능을 활용하려는 태도를 가지게 되었으며, 더 나아가 과학에서의 탐구학습의 의미를 더 명확히 인식하게 된 것으로 분석된다. 이와 관련된 학생의 면담 내용을 제시하면 다음과 같다.

“옛날에는 그냥 실험하면 그냥 실험 한다 그렇게 밖에 생각 안 했는데 생물탐사반에서 수업하고 나니까 여러 가지 탐구하는 방법 같은 거를 배우면서 어떤 실험이 주어졌을 때 이게 뭘지 어느 정도 파악할 수 있어요. 실험 계획을 세울 때 어떤 걸 고려해야 될지도 좀 생각하게 되었고요. (중략) 탐구학습이라는 게요, 탐구의 결과 그런 것만을 하는 게 아니고 그 과정 자체를 다 배우는 거잖아요. 학교에서 배우는 것은 어떤 과학자들이 실험한 거에 대한 결과만 배운다면 여기서 직접 그 과정을 실험해 보고 그거에 대한 결론을 직접 얻어내는 식이니까.” (학생5)

기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략의 파급효과 분석을 통해, 명시적 교수·학습 전략이 학생들의 기초 탐구 기능 향상뿐만 아니라 과학적 탐구와 탐구학습, 더 나아가서는 일상생활에 이르기까지 긍정적인 효과를 미치는 것을 확인하였으며, 수업 종료 6개월 후에도 긍정적 효과가 지속되고 있는 것 또한 확인하였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 선행연구 분석을 바탕으로 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 개발하여 수업에 적용함으로써 수업 사례와 효과, 그리고 학생들의 변화를 분석하였다. 또한, 이를 바탕으로 최종적으로는 중등학교의 과학교육 현장에서 학생들의 과학 탐구 기능 향상에 도움이 될 수 있는 시사점을 제시하고자 하였다.

연구 결과를 바탕으로 결론을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 선행연구 분석을 바탕으로 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 수업 단계를 모색하였는데, 동기 유발하기, 명확하게 설명하기, 구체적 사례 시범 보이

기, 질의-응답하기, 단계적으로 연습하기, 독립적으로 연습하기, 그리고 정리 및 평가하기의 7단계가 포함되었다. 이러한 명시적 수업 단계에 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 접목함으로써 기초 탐구 기능의 명시적 수업을 위한 구체적인 교수·학습 전략을 개발하였다.

둘째, 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략의 단계별 수업 분석 결과, 학생들은 명확하게 설명하기 단계를 통해 과학 탐구 기능을 더 효과적으로 이해할 수 있다고 진술하였는데 과학 탐구 기능을 이해하는데 있어서 암시적 수업보다 명시적 수업이 더 효과적임을 학생들이 인식하게 된 것으로 해석할 수 있다.

조희형 등(1995)은 과학적 탐구 방법이 탐구의 주제 및 대상과 밀접한 관계가 있다고 주장하였다. 탐구의 주제 및 내용과 과학 탐구 기능을 연결 짓는 과정을 설명하는 구체적 사례 시범 보이기 단계를 강조한 것으로 해석할 수 있으며, 현장 교사도 학생들이 스스로 탐구 주제에 적합한 탐구활동을 수행할 수 있게 하기 위해서는 구체적 사례 시범 보이기 단계가 중요함을 언급하였다.

학생들은 독립적으로 연습하기 단계가 과학 탐구 기능의 활용 능력 향상뿐만 아니라 오랫동안 과학 탐구 기능을 기억하는데도 도움이 되었다고 언급함으로써 긍정적인 반응을 나타냈다.

이와 같은 명시적 교수·학습 전략의 단계별 수업 분석 결과를 통해, 명시적 교수·학습 전략이 학생들의 기초 탐구 기능의 이해에 효과적임을 확인할 수 있었으며, 명시적 교수·학습 전략의 각 수업 단계가 기초 탐구 기능의 교수·학습에 적합하도록 효율적으로 개발되었다고 해석할 수 있다.

셋째, 기초 탐구 기능의 적용 준거 범주별 분석 결과, 학생들이 기초 탐구 기능의 정의와 중요성을 인식하고 실행 과정과 활용 방법을 이해하는데 있어서 명시적 교수·학습 전략이 대체로 효과적임을 확인하였다.

다만, 명시적 수업 이후에도 학생들이 예상과 가설 설정을 혼동하는 것으로 나타났으며, 측정의 횟수 결정과 분류의 세분화 정도 결정에 있어서 옳지 않은 진술을 하였다.

이를 통해 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거 중 일부에 대한 학생들의 관점이 개선되지 못한 것을 파악하였으며, 지속적인 연구를 통해 명시적 교수 학습 전

력이 더욱 보완되어야 할 필요성이 대두되었다.

넷째, 예상과 추리의 정의에 대한 학생들의 이해 정도 및 관점 변화를 확인할 수 있었다. 1차 지필식 검사 결과, 다섯 가지의 기초 탐구 기능 중에서 예상과 추리에 대한 학생들의 진술이 대부분 정확하지 않았으며, 예상과 추리의 정의를 혼동함으로써 다른 기초 탐구 기능에 비해 이해 정도가 상대적으로 부족한 것으로 나타났다. 예상과 추리의 추가 수업 이후 2차 지필식 검사를 실시한 결과, 예상과 추리의 개념을 구분하여 진술하고 있으며, 추상적이고 주관적이었던 관점 또한 명확하게 개선되었다.

학생들이 다른 기초 탐구 기능에 비해 예상과 추리의 학습에 어려움을 겪었음을 확인할 수 있었으며, 명시적 수업이 추가로 진행된 후에 예상과 추리에 대한 학생들의 이해 정도가 향상되고 관점이 개선되었음을 확인할 수 있었다. 기초 탐구 기능의 명시적 수업이 지속적으로 실시된다면 학생들의 기초 탐구 기능의 이해 정도가 더욱 향상될 수 있을 것으로 기대된다.

다섯째, 일상생활의 문제를 해결하는데 있어 학생 스스로가 논리적으로 변화되었음을 인식하였으며, 탐구에 있어서 결과뿐만 아니라 과정 또한 중요함을 인식하게 된 것으로 나타났다. 또한, 2학기 수업 종료 6개월 후에 실시된 3차 학생 면담에서는 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략의 파급 효과를 확인하였다.

정덕호와 이국형(2008)은 연구를 통해 학생들이 과학 탐구활동을 통하여 연계된 과학 탐구 기능을 실생활에도 적용해 보려고 노력하였다고 주장하였다. 이 연구에서도 명시적 수업을 통해 과학 탐구 기능을 숙달함으로써 학생 스스로 과학 탐구 기능을 활용하려는 태도를 가지게 되었음을 확인하였으며, 선행연구와 같은 결과로 해석할 수 있다.

이 연구의 결과를 바탕으로 중등학교의 과학교육 현장에서 과학 탐구 기능의 교수·학습이 효과적으로 이루어지기 위한 제언을 하면 다음과 같다.

이 연구를 통해 명시적 교수·학습 전략이 학생들의 과학 탐구 기능 이해에 있어서 충분히 효과적임을 확인하였다. 따라서 과학 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략이 중등학교 현장에 적용 가능하도록 지속적으로 연구되고, 다양한 수업 자료로 개발, 보급되어야 할 것이다. 또한, 최종적으로는 과학탐구 기능의 이해를 바탕으로 학생들의 과학탐구 기능 향

상을 위한 명시적 교수·학습 전략 개발에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

이 연구에서는 기초 탐구 기능을 중심으로 명시적 교수·학습 전략을 개발하고 적용하여 사례를 분석하였다. 통합 탐구 기능인 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환과 자료 해석, 그리고 결론 도출과 일반화에 대한 명시적 교수·학습 전략의 개발에 관한 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

서론에서 언급한 바와 같이, 최근 과학교육 연구에서 중요시되고 있는 자기주도적 학습, 창의체험 학습 등에 있어서 학생들이 효과적으로 탐구활동을 수행하기 위해서는 탐구의 방법에 대한 이해와 학습이 선행되어야 할 필요가 있다. 따라서 자기주도적 학습, 창의체험 학습 등과 연계될 수 있는 명시적 교수·학습 전략의 개발 또한 이루어져야 할 것이다.

국문 요약

이 연구에서는 중학생의 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 개발하고 이를 실제 수업에 적용하였으며, 교수 학습 전략의 적용 효과와 학생 변화를 분석하였다. 이를 위해 선행연구 분석을 바탕으로 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 수업 단계를 모색하였으며, 기초 탐구 기능의 수업 적용 준거를 설정하여 명시적 수업 단계에 접목함으로써 기초 탐구 기능 이해를 위한 명시적 교수·학습 전략을 개발하였다. 명시적 교수·학습 전략의 단계별 수업 분석 결과, 학생들은 특히 명확하게 설명하기 단계와 독립적으로 연습하기 단계를 통해 기초 탐구 기능을 더 효과적으로 이해할 수 있었다고 진술하였으며, 현장 교사는 구체적 사례 시범 보이기 단계의 중요성을 강조하였다. 기초 탐구 기능에 대한 학생들의 이해 정도 분석 결과, 대부분의 질문에서 긍정적 결과를 나타냈다. 다른 교과목, 또는 일상생활에서의 파급 효과를 분석한 결과, 학생 스스로 과학 탐구 기능을 활용하려는 태도를 가지게 된 것을 확인하였다. 이 연구에서 개발된 명시적 교수·학습 전략이 학생들의 기초 탐구 기능 이해에 효과적임을 연구 결과를 통해 확인하였으며, 과학 탐구 기능의 명시적 교수 학습 전략이 중등학교 현장에 적용 가능하도록 지속적으로 연구 및 개발, 보급되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 교육부 (1997). 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서.
- 교육과학기술부(2009). 과학과 교육과정. 서울: 교육과학기술부.
- 교육인적자원부 (2007). 과학과 교육과정. 서울: 교육인적자원부.
- 김수경, 김중복 (2005). 연구논문: 실생활 소재 과학 탐구 모듈이 중학생의 과학 탐구 능력과 실험 활동에 대한 태도에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 25(7), 811-819.
- 김윤옥 (2005). 통합교육을 위한 직접교수의 원리와 실제. 서울: 학지사.
- 김정률, 박정희, 박예리 (2005). 중학생의 탐구 능력 향상을 위한 지구과학 모듈의 개발. 한국지구과학회지, 26(3), 183-198.
- 김태선, 고수경, 김범기 (2005). 연구논문: 고등학생들의 그래프 능력과 과학 탐구 능력 및 과학 학업 성취도의 관계. 한국과학교육학회지, 25(5), 624-633.
- 김희령, 여성희 (2004). 제7차 교육과정에 따른 중학교 2학년 과학교과서의 과학 탐구 과정과 학생들의 과학 탐구 능력 분석. 한국생물교육학회지, 32(4), 390-397.
- 김희경, 박보화, 이봉우 (2007). 우리나라 과학 교과서에 나타난 기초 탐구 과정 분석: 분류, 예상 및 추리 탐구 요소를 중심으로. 초등과학교육학회지, 26(5), 499-508.
- 서울대학교 (2005). 성공적인 중학교 과학 탐구수업을 위한 길라잡이 자료. 서울: 서울대학교 과학교육 연구소.
- 소원주, 우종욱 (1994). 중학생의 논리적 사고력과 통합적 과학탐구 능력에 관한 한·일 비교 연구. 한국과학교육학회지, 14(3), 312-320.
- 오상관 (1994). 국민학생의 논리적 사고력과 과학 탐구능력과의 관계. 청람과학교육연구논총, 4(1), 320-321.
- 우종욱, 김종일 (1993). 고등학생의 인지수준과 과학탐구 능력과의 관계 분석. 한국과학교육학회지, 13(2), 296-307.
- 이봉우, 박보화, 김희경 (2007). 연구논문: 우리나라 3-10학년 과학 교과서에 나타난 기초탐구과정 분석: 관찰 및 측정 탐구요소를 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(5), 421-431.
- 이혁규 (2005). 교과 교육 현상의 질적 연구. 서울: 학지사.
- 장진아, 전영석 (2010). 초등학생을 위한 자유 탐구 프로그램 개발 및 적용: 학생의 과학 탐구 기능 특성 및 지속적 피드백을 중심으로. 한국초등과학교육학회지, 29(2), 207-218.
- 정덕호, 이국행 (2008). 탐구과정을 강화한 과학 수업이 탐구능력 향상에 미치는 효과. 과학교육논총, 33, 49-62.
- 정지숙 (1996). 삼차원 과학 탐구 평가틀을 이용한 국민학생들의 과학 탐구 능력 측정. 한국 교원대학교 대학원 석사 학위 논문.
- 조희형 (1992). 과학적 탐구의 본질에 대한 분석 및 탐구력 신장을 위한 학습지도 방법에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 12(1), 61-73.
- 조희형, 김희경, 윤희숙, 이기영 (2009). 과학교육의 이론과 실제. 서울: 교육과학사.
- 조희형, 이문원, 조영신, 지찬수, 강순희, 박종운, 허명, 김찬중 (1995). 고등학교의 과학적 탐구력 신장을 위한 과학 학습지도 방법과 자료의 개발에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 15(1), 54-67.
- 조희형, 최경희 (2001). 과학교육 총론. 교육과학사, 서울: 대한민국.
- 최돈형 (1990). 중학생의 과학실험활동과 과학학습 결과의 관계 분석. 서울대학교 대학원 박사 학위 논문.
- 최선영, 강호감 (2002). 연구논문: 제 6차와 7차 초등학교 과학과 교과서에 제시된 탐구기능과 교수-학습 방법의 비교 분석. 한국과학교육학회지, 22(4), 706-716.
- 한국교육과정평가원 (2008). 국제 학업성취도 평가(TIMSS/PISA)에 나타난 우리나라 중 고등학생의 성취변화의 특성. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 208-3-1.
- 한동하 (1982). 교과서 개발 원리와 절차. 한국교육개발원, 18-29.
- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but. Journal of Science Teacher Education, 12(3), 215-233.
- Akerson, V. L., Fouad, Abd-El-Khalick, & Lederman, N. G. (2000). Influence of a

Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.

Akindehin, F. (1988). Effect of an instructional package on preservice science teachers' understanding of the nature of science and acquisition of science-related attitudes. *Science Education*, 72(1), 73-82.

American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students "Idea-About-Science": Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655-682.

Creswell, & John W. (1998). *Qualitative inquiry and research design : choosing among five traditions*. Thousand Oaks, Calif. : Sage Publications.

Gersten, R., Taylor, R., & Graves, A. (1999). Direct instruction and diversity. In R. Stevens (Ed.), *Teaching in American schools* Columbus, OH: Merrill.

Grossen, B. (1993). Instructional design considerations for teaching science to diverse learners. *Effective School Practices*, 71, 136-142.

Jones, E. D., Wilson, R., & Bhojwani, S. (1997). Mathematics instruction for secondary students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30(1), 151-163.

Kame enui, E. J., & Simmons, D. C. (1990). *Designing instructional strategies: The prevention of academic learning problems*. Columbus, OH: Merrill.

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.

Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities

that promote understandings of the nature of science. In McComas, W. F.(Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Lee, Y. H., & Chiappetta, L. E. (2008). *How do the high school biology textbooks introduce the nature of science?* Dissertation. Houston, TX: University of Houston.

Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition Instruct.* 1, 117-175.

Pearson, P. D., & Dole, J. A. (1987). Explicit comprehension instruction: A review of research and a new conceptualization of instruction. *Elementary School Journal*, 88, 151-165.

Richard J. Rezda, Constance Sprague, & Ronald Fiel (2003). *Learning and Assessing Science Process Skills*. 4th ed. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.

Rosenshine, B. V. (2002). *Convergent findings on classroom instruction*. Presented at the Pattern Conference: Research-Based Effective Teaching Principles. Harrisburg, Pennsylvania.

Rosenshine, B. V., & Stevens, L. (1986). Teaching functions. In M. Wittrock(Ed.), *Handbook on Research on Teaching*(volume III). New York: Macmillan.

Rosenshine, B. V., & Meister, C. (1995). Direct instruction. In L. W. Anderson(Ed.) *The international encyclopedia of teaching and teacher education*(volume II). UK: Cambridge University Press.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.