



담화맥락을 고려한 과학교사의 발문 활용에서 나타나는 특징과 발문 활용에 영향을 미치는 요인 탐색

김성훈¹, 임준빈², 노태희^{2*}

¹서울대학교 교육종합연구원, ²서울대학교

An Investigation of Science Teachers' Questioning Considering the Context of Discourse and Exploring Factors Influencing Their Questioning

Sunghoon Kim¹, Junbeen Lim², Taehee Noh^{2*}

¹Center for Educational Research, Seoul National University, ²Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 July 2024

Received in revised form

31 August 2024

Accepted 8 October 2024

Keywords:

questioning,
science teachers,
context of discourse

ABSTRACT

In this study, three secondary science teachers' questioning considering the context of discourse were investigated, and the factors influencing their questioning were explored. The questions were categorized into questions that elicit students' opinions or probe their thinking, questions in response to student utterances, questions for classroom management, and rhetorical questions. The results showed that questions related to scientific concepts were classified differently depending on the teachers' intent. Only one teacher frequently used questions that related to students' everyday life experiences. Two teachers, when using "questions asking for students' thoughts," mostly led students to give short or limited option answers. These teachers primarily considered the interactive aspect of questioning but did not account for the cognitive aspect. Teachers often used "questions utilizing student utterances" when students provided answers aligned with scientific concepts. Teachers also used "questions that simply repeated student utterances" with varying intonation to indicate whether the students' responses were correct or incorrect. "Affective questions" were rarely used by the teachers. One teacher did not use "management questions" to check students' understanding or progress, failing to confirm students' comprehension. Characteristics of students, the teachers' teaching and learning beliefs, knowledge about questioning, and subject matter knowledge collectively influenced the teachers' questioning strategies. Based on the results, practical implications for improving science teachers' questioning skills were discussed.

1. 서론

과학 수업에서 학생의 유의미 학습은 주로 교사와 학생의 언어적 상호작용을 통해 이루어진다. 교사와 학생의 언어적 상호작용은 주로 교사의 발문으로부터 시작되므로 교사의 발문은 학생의 학습에 중요한 역할을 한다(Treagust & Tsui, 2014). 전통적인 관점에서 교사의 발문은 수업을 시작하고 진행하거나, 과학 개념을 복습하고 학생의 이해도를 평가하는 등의 목적으로 사용되었다(Blosser, 2000). 구성주의 관점에서 발문은 학생의 흥미와 호기심을 유발하고, 학생에게 비계를 제공하는 것과 같이 학생의 사고와 학습을 촉진하여 지식 구성을 돕는 역할도 수행한다(Chin, 2007; Kayima & Jakobsen, 2020). 이에 과학교사는 발문의 다양한 역할과 목적을 파악하여 수업 상황에 맞는 발문을 계획하고 사용해야 한다.

그동안 과학교육 분야에서 과학교사와 예비교사의 발문을 분석한 연구가 적지 않게 이루어졌다. 그러나 많은 연구는 연구자의 질적인 해석이 필요하기보다는 전체 발문의 빈도, 발문 유형별 빈도, 교사의 발문 후의 대기시간 등 비교적 객관적으로 관찰할 수 있는 발문과

관련된 지표를 양적으로 분석하는 방법으로 이루어졌다(Chung & Shin, 2021; Kayima & Jakobsen, 2020). 연구자들은 발문 유형을 분류할 때 발문의 인지적 측면에 주로 주목하여, 학생의 분석, 종합 및 평가 능력과 관련된 발문이나 학생의 응답이 제한되지 않은 개방적 발문을 인지적으로 높은 수준의 발문으로, 학생의 지식이나 이해를 묻는 발문 혹은 학생이 할 수 있는 응답이 제한된 폐쇄적 발문을 낮은 수준의 발문으로 분류하였다(Bloom *et al.*, 1956; Blosser, 1973). 이러한 맥락에서 발문 연구들은 교사들이 인지적으로 높은 수준의 발문을 많이 사용하는 것을 바람직하다고 해석하였다(Andersson-Bakken & Klette, 2016; Choi, Cho, & Yeo, 2012; Lee *et al.*, 2010; Lee, Kinzie, & Whittaker, 2012).

그러나 인지적 관점에서 발문을 분석하는 것만으로는 과학교사의 발문 사용을 충분히 설명하기 어렵다. 과학 수업에서 이루어지는 교사와 학생의 담화는 상호의존적인 다양한 요인들이 동시다발적으로 복잡하게 관여하고 있으므로(Turner & Meyer, 2000), 교사의 발문을 분석할 때 인지적 측면과 더불어 사회적, 정의적 측면 등 다양한 측면을 고려할 필요가 있다. 구체적으로 학생이 교사로부터 전달된 지식

* 교신저자 : 노태희 (noth@snu.ac.kr)

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2023S1A5A2A0107584212)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2024.44.5.473>

을 일반적으로 수용하게 하는지, 학생이 능동적인 지식 생성의 주체로서 담화에 참여하게 하는지에 관한 발문의 사회적 측면이나 학생에게 과학과 과학 수업에 대한 흥미나 호기심을 유발하는지의 정의적, 정서적 측면 등도 종합적으로 고려하여 발문을 분석해야 한다. 예를 들어 교사가 인지적 측면에서 높은 수준인 개방적인 발문 혹은 종합 및 평가 능력을 요구하는 발문을 사용하더라도 학생을 수동적인 역할로 담화에 참여시키거나, 학생의 흥미를 유발하지 못한다면 발문을 효과적으로 사용하였다고 평가하기 어렵다.

따라서 최근 과학교육 분야에서 발문의 다양한 측면을 고려하는 해석적 관점에서의 연구가 일부 이루어지고 있다. 이러한 연구들은 발문을 분석하기 위해 발문 자체뿐 아니라 발문이 이루어지는 상황, 담화와 발문을 이끌어가는 교사의 의도, 발문 후 이루어지는 학생의 응답과 교사의 피드백 등 담화가 이루어지는 맥락을 종합적으로 고려하여 발문을 분석하고 있다(Carlsen, 1991; Chin, 2007; Dohm & Dohn, 2018; Kayima & Jakobsen, 2020). 즉 연구자들은 개별적인 발문들의 빈도를 합하여 양적으로 분석하기보다는 개별 발문이 이루어지는 담화맥락을 고려하여 발문을 분석하고자 하였다. 예를 들어 Dohm & Dohn(2018)은 교사의 발문이 수업 담화에 미치는 영향을 분석하기 위하여 교사 한 명의 발문 활용을 분석하였다. 이때 연구자들은 발문이 일어나는 상황과 담화 속에서 교사와 학생의 참여 형태를 고려하였다. 또한, Kayima & Jakobsen(2020)은 담화 속에서 발문을 하는 교사의 의도, 학생의 응답 등과 발문 의미가 학생에게 잘 전달되었는지 등을 고려하여 교사의 발문을 상황 적절성에 따라 평가하는 틀을 개발하였고, TIMSS에서 공개한 과학 수업 발문을 분석하여 개발한 평가틀의 적용 가능성을 탐색하였다.

한편 교사의 개별적인 특성은 수업 계획과 실행에 큰 영향을 미치므로, 교사의 발문 활용에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어 교사의 교수학습관(Tsai, 2007)이나 전공과 경력(Kim & Lee, 2023)은 교사의 수업 구성과 실행에 영향을 미친다고 보고되고 있다. 그리고 교사가 사용하는 발문은 수업 담화 속에서 이루어지므로(Tumer & Meyer, 2000), 교사의 특성뿐만 아니라 수업에 참여하는 학생의 특성도 교사의 발문 활용에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 맥락에서 교사의 발문 활용에 영향을 미치는 요인을 탐색하려는 시도가 일부 이루어졌다. 예를 들어 Cho *et al.*(2010)은 두 연구 참여자의 발문을 교수학습 목적 및 과정에 따라서 조사하였고, Choi, Cho, & Yeo(2012)는 초등 과학 수업에서 교사의 발문에 대한 인식에 따른 발문 활용 실태를 조사하였다. 국외에서도 Erdogan & Campbell(2008), Kawalkar & Vijapurkar(2013)는 과학교사의 교수학습관에 따른 발문 사용을 탐색하였다.

그러나 지금까지 이루어진 발문 연구들은 수업의 주제나 내용 등의 차이를 거의 고려하지 않고 발문을 분석하였다. 이러한 연구들에서

분석한 연구 참여자들의 수업 단원과 활동 등 수업의 특징이 달랐음에도 연구 방법에서 해당 수업의 특성이나 단원명을 기술하는 정도에 그쳤다. 교사의 발문은 수업의 특성에 따라 차이가 있을 수 있다. 예를 들어 Kayima & Jakobsen(2020)의 연구에서는 수업에서 토의나 실험 등의 활동에 따라 교사가 사용하는 발문의 빈도와 유형이 달라진다고 보고하고 있다. 예비화학교사의 교육실습 발문을 분석한 Kim *et al.*(2022)의 연구에서도 예비교사들은 수업 단원에 따라 사용하는 발문이 달라졌다. 이에 특정한 수업 주제에 대한 교사들의 발문 활용을 비교·분석한다면 교사의 발문 활용에 미치는 요인을 심층적으로 분석할 수 있을 것이다.

따라서 이 연구에서는 중학교 1학년 ‘기체의 성질’ 단원에서 과학 교사 3인의 발문 활용 실태를 담화맥락을 고려하여 조사하고 과학교사의 발문에 영향을 미치는 요인들을 탐색하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

이 연구에서는 과학교사의 발문 활용 실태를 조사하였다. 연구 참여자인 교사에게 구체적인 연구 목적을 미리 밝히면 평상시와 다르게 발문할 수 있으므로 눈가림법을 사용하였다. 구체적으로 과학교사에게 연구 목적을 ‘기체의 성질 단원에서의 과학교사의 수업 특징을 분석하는 연구’로 안내함으로써 교사들이 평상시와 유사하게 발문을 계획 및 실행할 수 있도록 하였다. 연구에 대한 안내 후 분석 대상으로 삼은 교사의 수업을 녹화하였다. 수업 녹화 후 연구자는 디브리핑(debriefing) 과정에서 과학교사에게 본래 연구의 목적이 발문을 분석하는 것이었음을 안내하고 연구 참여에 대한 사후 동의를 받았다. 이후 사후 동의를 한 교사들을 대상으로 면담을 실시하였다. 면담에서는 먼저 경력, 전공, 교사의 교수학습관 등 배경 변인을 조사하였다. 교사의 교수학습관은 선행연구(Luft & Roehrig, 2007; Yang, Bae, & Noh, 2013)를 참고하여 질문을 구성하여 반구조화된 면담으로 조사하였다. 이후 교사의 발문 의도, 학생의 응답에 대한 인식 등 수업 영상과 수업 자료만으로 파악하기 어려웠던 점에 대해 질문하였다.

2. 연구 참여자

수도권 소재 중학교에서 근무하는 과학교사 3명(T1, T2, T3)을 연구 참여자로 선정하였다. 연구에 참여한 교사들의 배경과 교수학습관은 Table 1과 같다. T1은 교직 경력 10년 차 교사로 화학과 공통과학

Table 1. Science teachers' background and views of teaching/learning

과학 교사	교직 경력	세부 전공	학생의 학업성취도	교수학습관	
				교사의 역할에 대한 인식	학생의 역할에 대한 인식
T1	10년	화학 /공통과학	높지 않음	교육과정과 교과서에 있는 내용 지식을 잘 전달하는 것, 학생들이 과학 내용을 자기의 일로 받아들일 수 있도록 흥미를 유발하는 것	수업에 열심히 참여하고 교사의 지시를 성실히 따르는 것, 교사가 시키는 것을 일방적으로 받아들이는 것이 아니라 스스로 생각하면서 수업에 참여하는 것
T2	1년	지구과학	높음	학생들이 실험이나 토론 등을 통해 스스로 경험하고, 자기 생각을 서로 발표하고 공유하게 하도록 하는 조력자	학생은 자기 생각을 자유롭게 발표하고 친구와 의견을 잘 교환해야 함
T3	2년	물리	높음	과학 내용을 설명해주는 사람이며 특히 어려운 내용은 교사가 잘 전달해야 함	교사의 수업을 열심히 듣는 것, 학생들은 수업을 듣고 문제 풀이를 하며 과학지식을 습득해야 함

Table 2. The characteristics of science teachers' lessons

	T1		T2		T3	
	1차시	2차시	1차시	2차시	1차시	2차시
도입	전차시 복습 및 초성 퀴즈 진행, 일상생활 예시 활용	전차시 복습 및 초성 퀴즈 진행	학습 목표 제시	전차시 실험 및 개념 복습	전차시 복습	일상생활 예시 설명
전개	감압 용기 실험, 일상생활 예시 활용	주사기를 이용한 실험, 그래프 작성 및 계산 설명	주사기를 이용한 실험	감압 용기 실험 및 학생 발표	교사 중심의 개념 설명	감압 용기 및 주사기를 이용한 실험
정리	실험 원리 정리 및 일상생활 예시 탐색	활동지 정리	실험 내용을 학생 발표로 정리	일상생활 예시 탐색	교사의 질문을 통한 개념 정리	-

교사 자격증을 가지고 있었다. T1은 전반적으로 전통적인 교수학습관에 가까운 인식을 갖고 있었으나 학생이 과학 개념을 자신의 경험과 연결시키는 것이 중요하다고 생각한다는 점에서 일부 구성주의적인 인식이 있었다. T1이 재직하고 있는 학교는 경기도 외곽 지역에 있으며, 학업 수준이 높지 않은 편이었다. T2는 초임 교사로 지구과학 교사 자격증을 가지고 있었으며, 구성주의적 교수학습관에 가까운 인식을 갖고 있었다. T3은 교직 경력 2년 차 교사로 물리 교사 자격증을 가지고 있었으며 전통적인 교수학습관에 가까운 인식을 갖고 있었다. T2와 T3가 근무하는 학교는 모두 서울 도심 지역에 있으며, 두 학교 학생들 모두 학업 수준이 높은 편이었다.

분석 대상 수업의 주제는 중학교 1학년 4단원 ‘기체의 성질’ 중 ‘기체의 압력과 부피의 관계’로 세 교사 모두 동일하였다. T1은 1차시에서 감압 용기와 관련된 실험을, 2차시에서는 주사기를 이용한 실험을 진행하였다. T2는 1차시에서 주사기와 압력계를 이용한 실험을, 2차시에는 감압 용기를 이용한 실험을 진행하였다. 마지막으로 T3는 1차시에는 강의식으로 진행하였으며 2차시에는 감압 용기와 주사기를 이용한 실험을 한 후 다음 학습 주제로 넘어갔다. 따라서 T3의 수업 중 기체의 압력과 부피의 관계에 해당하는 2차시 수업의 중간까지만 분석 대상에 포함하였다. 구체적인 수업 내용 및 특징은 Table 2와 같다.

3. 분석틀

이 연구에서는 담화맥락을 고려하여 발문 유형을 분류하기 위하여 발문의 다양한 측면을 고려한 연구들(Blosser, 1973; Oliveira, 2010; Kayima & Jakobsen, 2020)을 바탕으로 예비 분석틀을 설정한 후 한 차시의 수업을 대상으로 예비 분석을 실시하였다. 예비 분석 결과를 바탕으로 과학교육 전문가, 현직 교사와 과학교육 전공 대학원생에게 타당도를 검증받아 발문 분석틀의 대범주 및 하위 범주의 발문 유형을 수정·보완하여 최종 분석틀을 확정하였다(Table 3).

먼저 교사 발문의 대범주를 수업에서 다루는 과학 내용과 관련이 있는지, 교사가 담화를 시작하는지 혹은 이어가기 위해 발문을 사용하는지에 따라 ‘학생의 의견을 듣거나 사고를 탐색하는 발문(A)’, ‘학생 발화에 대한 발문(B)’, ‘수업 운영을 위한 발문(C)’, ‘수사적 발문(D)’으로 구분하였다. ‘학생의 의견을 듣거나 사고를 탐색하는 발문(A)’은 교사가 학생에게 물음을 던지며 새로운 담화를 시작할 때 사용하는 발문으로 ‘과학 지식을 상기 및 평가하는 발문(A1)’, ‘경험을 묻는 발문(A2)’, ‘생각을 묻는 발문(A3)’으로 나누었다. ‘학생 발화에 대한 발문(B)’은 교사가 담화 중 학생의 발화를 받아 담화를 이어가기 위한 발문이므로 ‘학생의 발화를 파악하는 발문(B1)’과 ‘학생의 발화를 활용하는 발문(B2)’으로 나누었다. 이때 수업에서 교사들은 학생 대답을 단순히 반복하는 발문을 많이 사용하였으므로 ‘학생의 발화를

Table 3. A classification of questioning considering the context of discourse

발문 유형		설명
A 학생의 의견을 듣거나 사고를 탐색하는 발문	A1 과학 지식을 상기 및 평가하는 발문	학생이 과학 개념, 용어, 지식을 회상하도록 하거나 학생이 이를 알고 있는지 평가하는 발문
	A2 경험을 묻는 발문	학생의 개인적 경험을 묻는 발문
	A3 생각을 묻는 발문	과학 개념 및 현상에 대한 학생의 예상, 이해, 추론 등을 묻는 발문
B 학생 발화에 대한 발문	B1 학생 발화를 파악하는 발문	학생의 응답에 대해 설명, 반복, 명료화를 요청하는 등 학생 응답의 의미를 파악하는 발문
	B2 학생 발화를 활용하는 발문	학생 응답을 정교화하거나 과학 지식과 연결시키는 등 학생 응답을 수업에서 활용하는 발문
	B3 학생의 발화를 단순히 반복하는 발문	학생 응답을 단순히 반복하여 되묻는 발문
C 수업 운영을 위한 발문	C1 정의적 발문	학생의 태도, 가치, 기분을 묻는 발문
	C2 운영적 발문	학생의 주의를 집중시키거나 학생이 교사의 발화를 듣고 있는지, 이해하는지, 활동을 하고 있는지를 물어 학생을 수업 목표로 향하도록 하는 발문
	C3 학생 참여를 유도하는 발문	전체 학생을 대상으로 응답을 요구하거나 특정 학생을 지목하는 등 학생의 응답을 이끌어내는 발문
D 수사적 발문		수업 내용이나 개념 등을 강조하는 발문으로 학생의 응답을 기대하지 않는 발문

단순 반복하는 발문(B3) 유형을 추가하였다. ‘수업 운영을 위한 발문(C)’은 수업에서 다루는 과학 내용과 관련이 없으나 수업 운영을 위한 발문이므로 ‘정의적 발문(C1)’과 ‘운영적 발문(C2)’ 그리고 ‘학생 참여를 유도하는 발문(C3)’으로 나누었다. 그리고 수업 중에 교사는 수업 내용을 강조하기 위해서 등 학생의 응답을 기대하지 않고 사용하는 발문을 ‘수사적 발문(D)’으로 구분하였다.

4. 분석 방법

먼저 수업 영상과 이를 전사한 자료로부터 교사가 수업에서 활용한 모든 발문을 추출하였다. 그리고 수집한 모든 자료로부터 발문이 이루어진 담화맥락을 파악하였다. 예를 들어 수업 PPT, 지도서 등 교수 학습 자료로부터 수업 전반의 흐름을 파악하였고, 수업 영상에서는 발문이 이루어진 맥락, 발문 내용, 발문에 대한 학생의 응답과 교사의 반응 등 교사의 발문 전후의 담화 흐름을 파악하였다. 이때 교사와의 면담으로부터 파악한 발문의 의도, 교실의 분위기 등도 함께 참고하였다. 파악한 담화맥락을 고려하여 발문을 분석하였다.

이상과 같은 방법으로 연구자 2인이 과학교사 한 명의 한 차시 수업 발문을 각각 분석한 후 일치도가 95% 이상에 도달하였을 때, 1명의 연구자가 나머지 모든 수업의 발문을 분석하였다. 또한, 연구 결과와 논의 분석 및 해석의 타당성을 높이기 위하여 과학교육 전문가, 현직 교사와 과학교육 전공 대학원생으로 구성된 집단에서 세미나를 여러 차례 실시하여 결과 해석 및 논의의 타당성을 확보하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 담화맥락을 고려한 과학교사의 발문 활용에서 나타나는 특징

과학교사들이 각 수업에서 사용한 발문을 분석한 결과는 Table 4과 같다. T1은 1차시에 95회, 2차시에 131회의 발문을 사용하였다. T2는 1차시에 111회, 2차시에 100회의 발문을 사용하였다. T3는 1차시에 137회, 2차시에 21회의 발문을 사용하였다.

Table 4. The classification of science teachers' questioning

		T1			T2			T3		
		1차시	2차시	계(%)	1차시	2차시	계(%)	1차시	2차시	계(%)
A 학생의 의견을 듣거나 사고를 탐색하는 발문	A1 과학 지식을 상기 및 평가하는 발문	6	21	27(11.9)	8	14	22(10.4)	43	2	45(28.5)
	A2 경험을 묻는 발문	12	4	16(7.1)	5	5	10(4.7)	3	1	4(2.5)
	A3 생각을 묻는 발문	21	25	46(20.4)	25	10	35(16.6)	30	7	37(23.4)
	소계	39	50	89(39.4)	38	29	67(31.8)	76	10	86(54.4)
B 학생 발화에 대한 발문	B1 학생 발화를 파악하는 발문	2	4	6(2.7)	3	6	9(4.3)	0	1	1(0.6)
	B2 학생 발화를 활용하는 발문	1	8	9(4.0)	8	11	19(9.0)	19	0	19(12.0)
	B3 학생의 발화를 단순 반복하는 발문	4	3	7(3.1)	10	4	14(6.6)	17	4	21(13.3)
	소계	7	15	22(9.7)	21	21	42(19.9)	36	5	41(25.9)
C 수업 운영을 위한 발문	C1 정의적 발문	0	1	1(0.4)	1	5	6(2.8)	1	0	1(0.6)
	C2 운영적 발문	26	29	55(24.3)	26	27	53(25.1)	2	2	4(2.5)
	C3 학생 참여를 유도하는 발문	3	0	3(1.3)	3	3	6(2.8)	2	1	3(1.9)
	소계	29	30	59(26.1)	30	35	65(30.8)	5	3	8(5.1)
D 수사적 발문	20	36	56(24.8)	22	15	37(17.5)	20	3	23(14.6)	
	총계	95	131	226(100)	111	100	211(100)	137	21	158(100)

가. 학생의 의견을 듣거나 사고를 탐색하는 발문(A)

교사들이 2차시 동안 사용한 A 유형의 발문은 T1이 89회(39.4%), T2가 67회(31.8%), T3가 86회(54.4%)로 세 교사 모두 A 유형의 발문을 가장 많이 사용하였다. 과학 지식을 상기 및 평가하는 발문(A1)은 T1이 27회(11.9%), T2가 22회(10.4%), T3가 45회(28.5%) 사용하였다. 교사들은 수업 목표와 관련된 이전 차시의 개념을 상기시키거나 배운 내용을 학생들이 이해하였는지 확인할 때 A1을 주로 사용하였다. 예를 들어, T2는 학생들이 전 차시에 다른 기체의 성질과 기체 입자 모형을 상기시키고 본 차시에 학습하는 개념과 연결하는 것을 도와주기 위해 A1을 사용하였다.

T2: 우리 저번 시간에는 기체에 뭐가 있다고 배웠죠? (A1)
 학생: 빈 공간
 T2: 그렇죠. 빈 공간을 기체 입자들이 자유롭게 운동하고 있다고 했어요. 그랬을 때 이 쇠구슬이 무슨 역할이었죠? (A1)
 학생: 기체 입자 모형
 (T2 1차시 수업 중)

한편 T3는 다른 교사들과 다르게 과학 개념과 관련된 특징을 3-4가지로 암기시키는 수업 방식을 선호하였다. 이에 학생들이 과학 개념을 암기하였는지 묻기 위하여 A1을 많이 사용하였다. 다음은 T3가 수업의 도입 단계에서 입자의 운동 속도에 영향을 미치는 요인들을 물어보기 위해 A1을 연속하여 사용한 예시이다.

T3: 그러면 입자가 스스로 운동할 때 입자의 운동 속도에 영향을 미치는 요인을 내가 세 가지 얘기했거든? 뭐 뭐 있었게? (A1)
 학생: 온도
 T3: 그렇지 온도가 높을수록 입자의 운동 속도 빠르고 두 번째? (A1)
 학생: 입자의 무게
 T3: 입자의 질량, 입자 자체의 질량이 가벼울수록 더 빨리 움직이고 또? (A1)
 학생: 고체보다 액체가
 (T3 1차시 수업 중)

경험을 묻는 발문(A2)은 T1이 16회(7.1%)로 활용 비율이 가장 높았으며, T2가 10회(4.7%), T3가 4회(2.5%) 사용하였다. 교사들은 학생이 수업 시간에 실험했던 경험이나 일상생활에서 겪은 경험을 묻기 위해 A2를 사용하였다. T1은 16회의 A2 중 실험 경험을 묻는 발문을 12회, 학생의 일상생활에서의 경험을 묻는 발문을 4회 사용하였다. 이에 반해 T2의 경우 10회의 A2 모두 실험 경험을 묻는 발문이었으며 T3는 4회의 A2 중 실험 경험을 묻는 발문과 일상생활의 경험을 묻는 발문을 각각 2회씩 사용하였다. 다음은 교사들이 실험 경험을 묻는 발문과 일상생활의 경험을 묻는 발문을 사용한 예시들이다. 첫 번째는 T2가 부피와 압력 사이의 관계를 설명할 때 학생들이 피스톤과 압력계를 이용한 실험 경험을 연결할 수 있도록 A2를 사용하였다. 두 번째는 T1이 수업의 도입 단계에서 학생의 흥미 유발을 위해 일상 경험을 물어볼 때 A2를 사용하였다.

T2: 우리 지난번에 피스톤을 가지고 실험을 해보았는데, 피스톤을 약하게 누르다가 세게 누르면 기압이 어떻게 되었나요? (A2)
(T2 1차시 수업 중)

T1: 산에 가서 과자를 먹으면 산 정상에서 과자 봉지가 뽕뽕해진대요. 혹시 여러분 이러한 현상을 경험해 본 적 있나요? (A2)
(중략)

T1: 한라산까지 안 가도 되고 덕유산 정도만 가도 되네. 이거 덕유산에서 내가 찍은거야.
(T1 1차시 수업 중)

한편 A2 중 학생의 일상생활에서의 경험을 묻는 발문은 T1과 T3만 사용하였다. T1은 수업의 도입, 전개, 정리 단계 모두에서 학생들에게 친숙한 일상생활 예시를 제시하기 위하여 A2를 사용하였다. 예를 들어, T1은 도입 단계에서 학생들이 거주하는 지역 인근의 산에서 과자 봉지가 부푸는 실제 사례를 다루었다. 또한 전개 단계에서는 두 개의 실험 사이에 에베레스트 산 꼭대기에서의 기압, 비행기를 탔을 때 귀가 아픈 이유 등 감압과 관련된 예시를 소개하여 학생들이 감압을 체감할 수 있도록 수업을 재구성하였으며 이때 A2를 활용하였다. 반면 T3는 수업의 마무리 단계에서만 교과서에 제시된 일상생활 예시를 묻기 위하여 A2를 활용하였다. T1은 면담에서 일상생활 경험을 묻는 A2를 자주 활용한 이유에 대해 “학생들은 배우고 있는 과학 개념이 학생들 자신과 관련이 있다고 생각해야 공부를 하기 때문”이라고 응답하였다.

학생의 일상생활 경험은 학생의 과학 개념 형성에 영향을 미친다. 또한 학생들이 과학을 학습할 때 과학 개념을 자신의 일상생활 경험과 연결 짓지 못할 경우 과학에 대한 흥미가 떨어지거나 과학 학습에 어려움을 겪을 수 있으므로 학생의 일상생활과 과학 학습이 연결되어야 한다(Na & Song, 2014). 이러한 맥락에서 T1과 같이 학생이 수업 내용과 일상생활의 소재를 연결할 수 있도록 수업 전반에 걸쳐 A2를 사용하는 것은 긍정적으로 해석할 수 있다. 그러나 다른 교사들은 도입이나 전개에서 일상생활 경험을 묻는 A2를 거의 사용하지 않았다. 그러므로 교사들에게 학생의 일상생활 경험을 과학 개념과 연결시키는 것의 중요성을 안내하여 필요에 따라 교과서에 제시되지 않았더라도 수업에서 가르치는 개념과 관련된 일상생활 경험을 찾아 적절히 활용하도록 안내할 필요가 있다.

생각을 묻는 발문(A3)은 T1이 46회(20.4%), T2가 35회(16.6%), T3가 37회(23.4%) 활용하였다. 교사들은 학생들이 실험 결과 및 과학 관련 현상을 예상하도록 하거나 예상한 이유를 설명하도록 할 때 A3를 사용하였다. 예를 들어 T2는 주사기와 압력계를 이용한 실험에서 주사기에 압력을 가하며 “부피를 이렇게 줄였을 때 압력계는 어떻게 될까?”와 같이 발문하여 학생들이 실험 결과를 예측하도록 하였다. T1은 감압 용기를 이용한 실험에서 “공기가 빠져나왔는지 어떻게 확인할 수 있을까?”와 같이 A3를 사용하였다.

교사들은 A3를 활용할 때 학생들이 다른 유형의 응답을 하도록 발문하였다. T1과 T3는 학생이 단답형 응답과 선택형 응답을 하도록 발문을 주로 활용하였다. 예를 들어, T3는 정리 단계에서 교과서에 제시된 현상을 설명할 때 “헬륨 풍선을 지표면에서 잡고 있다가 놓으면 위로 점점 올라가는데, 올라갈수록 헬륨 풍선의 크기가 커져요? 작아져요?”와 같이 발문을 활용하여 학생에게 단답형 혹은 선택형 응답을 유도하였다. T3는 이러한 발문을 사용한 이유에 대해 “학생의 입에서 대답을 듣기 위해서”라고 응답하였다. T1과 T3는 발문을 사용할 때 중요하게 생각하는 점에 대해 아래의 면담과 같이 학생이 교사의 발문에 응답하는 것이 중요하며 서술형 응답은 선호하지 않는다고 응답하였다.

연구자: 발문을 사용할 때 중요한 점은 뭐라고 생각하세요?
T1: 학생이 교사 발문에 대답을 잘 하는 것이 중요합니다. 그래서 너무 어려운 질문은 하지 않고 단답형으로 대답을 할 수 있게끔 질문합니다.
(T1와의 면담 중)

T3: 학생들이 대답하게 하는 것이 중요합니다. 교사가 학생들이 같은 답을 빨리 나오게끔 하면 발문을 잘한다고 생각해요. 단답형 대답이 전체 학생과 상호작용하기에 편한 것 같아요. 서술형 대답을 하게 물어보는건 전체 학생이 참여하기 힘든 것 같아요.
(T3와의 면담 중)

반면 T2는 다른 교사들에 비해 “왜 그럴까?”, “어떻게 될까?”, “의미하는 게 뭘까?” 등 학생들에게 서술형 응답을 유도하는 발문을 주로 활용하였다. 예를 들어 T2는 수업의 도입 단계에서 기체의 압력과 부피 사이의 관계에 대한 현상을 제시하고 그 이유에 대해 학생들이 서술형으로 응답할 수 있도록 “여러분 꽃씨를 날릴 때 왜 풍선에 넣어서 날릴까요?”와 같이 발문하였다. T2는 다음 면담과 같이 학생이 응답하는 것보다 직접 생각하게 하는 것이 중요하다고 응답하였다.

연구자: 발문을 사용할 때 중요한 점은 뭐라고 생각하세요?
T2: 아이들에게 생각하게 하는 것입니다. 교사가 설명만 하면 학생들이 일반적으로 듣기만 하는데, 발문을 하면 학생이 생각하게 되니까요.
연구자: 그러면 발문을 사용할 때, 학생의 응답은 얼마나 중요하다고 생각하세요?
T2: 학생이 응답하지 않더라도 머릿속으로 생각하기 때문에 응답 여부 보다는 교사가 어떻게 발문하는지가 더 중요하다고 생각해요.
(T2와의 면담 중)

T1과 T3는 학생들이 응답하기 쉽게 선택형이나 단답형 응답을 할 수 있도록 하는 발문을 주로 사용하였다. 이러한 발문 활용은 교사와 학생의 상호작용을 촉진할 수 있어 발문의 사회적, 동기적 측면에서

긍정적으로 해석할 수도 있다(Kayima & Jakobsen, 2020; Kim *et al.*, 2022). 그러나 두 교사는 학생이 응답하게 하는 것에만 초점을 맞추었고 학생의 생각을 잘 파악할 수 있는 서술형 응답을 요구하는 발문에 대해 수업을 이끌어가기 힘들다거나 효과를 잘 모르겠다고 응답하였다. 발문의 인지적 측면을 고려한 발문 분류들은 학생에게 어떤 응답을 요구하는지에 따라 발문을 구분한다(Blosser, 1973). 이러한 관점에서 두 교사는 학생 응답을 단답형으로 제한하여 발문의 인지적 측면을 충분히 고려하지 못하였다. 학생들은 교사의 발문에 응답하지 않더라도 생각할 시간이 충분히 주어진다면 자기 생각을 발전시킬 수 있다(van Zee, 1997). 따라서 교사들에게 학생과의 상호작용뿐 아니라 인지적 측면도 고려하여 적절한 응답을 요구하는 발문을 사용하도록 안내할 필요가 있다.

한편, 본 연구에서는 Blosser(1973) 등이 제안한 기존의 발문 분류 방법과 달리 교사가 과학 개념을 물어볼 때 교사의 의도에 따라 학생에게 과학적 개념에 맞는 답을 요구하는 발문을 A1으로, 학생이 자기 생각을 말하도록 요구하는 발문을 A3로 분류하였다. 예를 들어, “저번 시간에 대기압이 몇이라고 배웠었죠?”와 “피스톤을 누르면 압력계의 숫자가 어떻게 될까요?”는 기존 분류들에 의하면 모두 폐쇄적 발문으로 분류된다. 그러나 본 연구에서 두 번째 발문은 교사가 학생들이 기체의 압력과 부피와의 관계를 배우기 전에 자유롭게 예측하도록 발문을 사용하였으므로 A3 발문으로 구별하였다. 그 결과 T3는 인지적 측면에서 발문을 분류한 선행연구들(Andersson-Bakken & Klette, 2016; Cho *et al.*, 2010; Lee, 2012)과 유사하게 과학 지식을 묻는 발문을 많이 사용하였다. 반면 다른 교사들은 과학 개념을 물어보는 발문을 할 때, 학생의 생각을 묻는 A3를 더 많이 사용하여 선행연구와 다른 모습을 보였다. 즉 교사들이 과학 개념을 물어볼 때, 같은 형태의 발문을 사용하더라도 교사의 의도에 따라 발문이 다르게 분류될 수 있다. 따라서 향후 발문과 관련된 연구에서 교사의 의도 등을 고려하여 발문을 분석할 필요가 있을 것이다.

나. 학생 발화에 대한 발문(B)

B 유형의 발문은 학생 발화에 대한 발문으로 T1이 22회(9.7%), T2가 42회(19.9%), T3가 41회(25.9%) 사용하였다. 학생 발화를 파악하는 발문(B1)은 T1이 6회(2.7%), T2가 9회(4.3%) 사용하였고 T3는 1회(0.6%)로 거의 사용하지 않았다. 교사들은 학생의 응답이나 질문의 의미를 파악할 때 B1을 사용하였다. 다음은 T2의 수업에서 한 학생이 질문할 때 T2가 질문하는 학생의 의도를 파악하기 위해 B1을 사용하는 예시이다.

학생: 그러면 안쪽에서 공기를 한번 빼고 나면 계속 커져야 되는 거 아니에요?
 T2: 왜 계속 안 커지는지. OO이가 그걸 물어본 건가요? (B1)
 (T2 2차시 수업 중)

한편 T3의 B1 사용 빈도는 1회로 T1과 T2에 비하여 적었다. 이는 수업에서 학생들이 질문한 횟수와 관련이 있는 것으로 보인다. T1과 T2의 수업에서 학생의 질문 횟수는 각각 12회, 17회이었던 반면, T3의 수업에서는 학생의 질문이 전혀 나타나지 않았다. 즉, T3의 수업에서 학생들은 수업 시간에 자기 생각을 표현하기보다는 교사가 전달하

는 내용을 수용하는 수동적인 입장으로 수업에 참여하였다고 해석할 수 있다. 구성주의적인 관점의 수업에서 학생은 지식의 수용자보다는 지식의 생성자로 참여시키는 것이 바람직하다(Kang & Anderson, 2015). 따라서 교사들은 학생이 수업 시간에 적극적으로 자기 생각을 말하거나 질문할 수 있도록 분위기를 형성할 필요가 있다.

학생 발화를 활용하는 발문(B2)은 T1이 9회(4.0%), T2가 19회(9.0%), T3가 19회(12.0%) 사용하였다. 교사들은 학생이 과학 개념에 맞는 응답을 한 경우와 그렇지 않은 경우 B2의 활용 방식이 달랐다. 먼저 학생이 과학 개념에 맞는 응답을 한 경우 교사들은 학생의 생각을 정교화하기 위하여 B2를 사용하였다. 예를 들어 T2는 감압 용기를 이용한 실험의 원리를 학생들이 이전에 학습한 내용을 이용하여 설명하도록 유도하기 위해 다음과 같이 발문하였다.

T2: 지금 보니까 초코파이 안에 있는 힘과 밖에 있는 힘이 같아서 지금은 똑같은데 공기를 빼면 달라졌다고 얘기를 했어요. 근데 힘이 왜 여기서서는 같죠? (A3)
 학생: 원래 안에 있는 공기랑 밖에 있는 공기랑 1기압에서 밀었을 때 힘의 크기가 같아요.
 T2: 왜요? 왜요? (B2)
 학생: 여기 안에 있는 공기랑 여기 안에 있는 공기랑 이렇게 막...
 T2: 우리가 배운 입자를 사용해서 한번 얘기해볼까요? (B2)
 (T2 2차시 수업 중)

반대로 T1은 세 교사 중 B2를 활용한 비율이 가장 낮았다. T1의 수업에서 학생들은 교사의 발문에 응답하지 못하거나 과학 개념에 맞지 않게 응답하는 경우가 많았다. 이때 T1은 학생의 생각을 더 묻기 보다는 “아니야”라고 반응하며 교사가 개념을 설명하거나 다른 주제로 넘어가는 방식으로 수업을 진행하였다. 다음은 학생이 탁구공의 부피 변화에 대해 질문하여 T1이 그 원리를 설명하는 상황으로 학생이 과학 개념과 다르게 응답하자 T1이 즉시 정답을 제시한 예시이다.

T1: 그럼 뜨거운 물에 넣는 거는 여기 입자 수량 온도 중에 어떤 걸 바꾸는 걸까? (A3)
 학생: 입자 수요.
 T1: 아니야. 온도를 바꾸는 거야. 그래서 온도를 이렇게 높이면 얘가 이렇게 막 열심히 움직이면서 커진다.
 (T1 2차시 수업 중)

T2는 T1과 달리 학생이 과학 개념과 다른 응답을 하였을 때, 이에 주목하여 B2를 활용하였다. 예를 들어, 감압 용기 안의 초코과자가 부풀어 오르는 이유를 묻는 발문에 학생이 과학 개념과 다른 응답을 하자 T2는 B2를 활용하여 학생에게 다시 생각할 기회를 제공하였다.

T2: 그러면 이 봉지가 점점 부풀다가 터지는 이유를 설명해줄 친구가 혹시 있나요? (B3)
 학생: ... (중략)... 여기 안에서 충돌하는 힘이 밖에서 충돌하는 그 속도보다 그게 더 커서 얘가 더 커지는 겁니다.
 T2: 속도가 크다고 얘기해줬는데 왜 속도가 더 클까요?
 학생: 아, 속도는 일정해요. 근데 안쪽이 충돌을 더 많이 해요.
 (T2 2차시 수업 중)

한편, T2는 학생의 질문에 바로 답변해준 다른 교사들과 달리 학생

이 질문하였을 때도 B2를 활용하였다. 예를 들어 T2의 수업에서 한 학생이 기체의 압력과 부피의 관계를 입자 모형으로 표현하는 활동을 할 때, 입자 모형에서의 화살표에 대해 질문하였다. 이때, T2는 이를 전체 학생들에게 물으며 전체 학급을 대상으로 대화를 이어나갔다. T2는 이러한 발문을 사용한 이유에 대해 “다른 학생들이 어떻게 생각 하는지 모두가 들을 수 있도록 하고 싶었다. 다양한 학생들의 의견을 들을 수 있어 좋다”고 응답하였다.

학생 A: 선생님 화살표도 그려야 돼요?
 T2: 어? 애들이 우리 화살표 그려야 될까?
 학생들: 당연하죠.
 T2: 당연하다고 대답해주었네요. 화살표가 의미하는게 뭡가요?
 학생 B: 모든 방향으로.
 교사: 그렇죠. 모든 방향으로 움직이며 충돌하는데 화살표의 길이가 나타내는 게 아주 중요한 게 있어. 길이가 나타나는 게 뭡까?
 학생 C: 입자 운동, 속도

(T2 1차시 수업 중)

교사들은 주로 학생이 과학적인 응답을 하였을 때 B2를 활용하였다. 그러나 학생의 응답이 과학 개념과 다른 경우 T2만 학생의 응답에 주목하였다. 학생의 응답으로 드러나는 생각은 수업에서 유용하게 사용될 수 있다(Jo & Paik, 2020; Kang & Anderson, 2015). 가령 학생이 과학 개념에 맞지 않는 응답을 하거나 질문할 때 T2와 같이 학생 응답을 활용하여 학생이 자기 생각을 점검하게 하거나 학생들 간의 상호작용을 촉진하도록 할 수 있다. 이에 교사들에게 과학 개념에 맞는 학생의 응답뿐 아니라 과학개념과 다른 응답도 적극적으로 활용할 수 있도록 안내할 필요가 있다.

학생의 발화를 단순 반복하는 발문(B3)은 T1이 7회(3.1%), T2가 14회(6.6%), T3가 21회(13.3%) 사용하였다. 교사들은 B3를 크게 두 가지 목적으로 사용하였다. 첫 번째로 학생이 발화할 때, 교사가 경청하고 있다는 반응을 보이기 위해 B3를 사용하였다. 다음은 T2가 학생의 응답에 교사가 경청하고 있음을 알려주기 위하여 B3를 활용한 예시이다.

학생: 공기는 모든 방향으로 이동을 하는데...
 T2: 모든 방향으로 이동을 하는데? (B3)
 학생: 이동하면서 충돌을 해서 그래요.

(T2 2차시 수업 중)

두 번째로 교사들은 학생 응답에 대한 정오를 알려주기 위하여 B3를 사용하였다. 교사들은 학생이 과학적으로 옳은 응답을 하였을 때 교사는 학생의 응답을 단순 반복하여 학생이 과학 개념에 적절하게 응답하였다는 정보를 전달하였다. 다음 예시에서 T2는 학생이 발문에 응답하였을 때 학생의 응답을 단순 반복하는 B3를 사용하여 학생이 적절하게 응답하였다는 피드백을 주었다.

T2: 부피는 어떻게 됐어요? (A3)
 학생: 줄어들어요.
 T2: 줄어들었죠? (B3)

(T2 1차시 수업 중)

반면 학생의 응답이 과학 개념에 적절하지 않을 때 교사가 그것을 반복하여 그 응답이 틀렸다는 정보를 전달하기도 하였다. 다음은 T3가 피스톤 위에 있는 추를 제거한다면 힘의 크기가 달라지는지를 학생에게 질문한 후 학생이 과학 개념과 다르게 응답하였을 때, 학생이 틀렸다는 피드백을 주기 위해 B3를 사용한 예시이다.

T3: 근데 만약에 여기서 내가 추를 치웠어. 그러면 위 방향으로 밀고 있었던 힘의 크기는 달라졌어? 안 달라졌어? (A3)

학생: 달라졌어요.
 T3: 달라졌어? (B3)
 학생: 안 달라졌어요.
 T3: 위 방향의 힘은 밑에 있는 기체의 압력밖에 없죠?
 (T3 1차시 수업 중)

많은 과학교사들은 발문할 때, 억양이나 몸짓 등으로 교사의 의도에 맞는 응답을 하도록 유도한다(Blanton, Westbrook, & Carter, 2005; Wellington & Osborne, 2001). 본 연구에서도 교사들은 T3의 예시와 같이 학생이 과학 개념과 다른 응답을 하였을 때 학생이 틀렸다는 정보를 제공하여 과학 개념에 맞는 응답을 하도록 유도하였다. 이러한 발문 활용은 학생이 교사의 생각을 맞추는 방식의 상호작용으로 이어지고, 이는 학생의 수업 참여를 소극적으로 만들 수 있다(Oh & Oh, 2017). 이에 교사가 학생의 발화를 재진술하며 억양 등으로 힌트를 제공하는 것보다 학생 발화의 의미를 탐색하는 것이 바람직하다(Sherin & van Es, 2009). 그러므로 교사들에게 학생의 응답에 정오를 맞추는 B3보다는 B2를 활용하여 학생 응답을 활용할 수 있도록 안내할 필요가 있다.

다. 수업 운영을 위한 발문(C)

C 유형의 발문은 수업 운영을 위한 발문으로 T1이 59회(26.1%), T2가 65회(30.8%), T3가 8회(5.1%) 사용하였다. 학생의 태도, 가치, 기분을 묻는 정의적 발문(C1)은 T1이 1회(0.4%), T2가 6회(2.8%), T3가 1회(0.6%)로 세 교사 모두 비교적 적게 활용하였다. 특히 T1과 T3은 “어렵나요?”와 같이 수업의 난이도를 확인할 때만 C1을 각각 1회씩 사용하였고 학생의 흥미나 태도 등을 묻는 C1은 사용하지 않았다. 반면 T2는 “실험 더 하고 싶어요?”나 “재밌었어요?”와 같이 수업의 난이도뿐만 아니라 학생의 흥미를 확인하는 등 다양한 목적으로도 C1을 사용하였다.

학생의 정의적 측면은 수업 참여에 영향을 미치므로 과학 학습에 중요한 요소이다(Jeong *et al.*, 2022). 또한 교사의 발문은 인지적인 측면뿐 아니라 학생들에게 동기를 부여하고, 자신감을 심어주는 등 정의적, 정서적인 측면에서도 스캐폴딩을 제공할 수 있다(Bae & Sohn, 2018; Kawalkar & Vijapurkar, 2013; Oliveira, 2010). 본 연구의 과학교사들 또한 면담에서 학생의 정의적 측면을 과학 수업의 목표로 언급하였다. 예를 들어 본인의 과학 수업의 목표에 대해 T1은 “과학 수업에서 학생이 성취 경험을 느끼게 하는 것”이라고, T3는 “학생이 과학에 흥미를 가지게 하는 것”이라고 응답하였다. 그러나 과학교사들은 학생의 정의적 측면을 파악하는 발문을 거의 사용하지 않았으며, 두 명의 교사는 학생이 느끼는 수업의 난이도를 묻는 정의적 발문을 1회만 사용하였다. 이는 교사들이 가지고 있는 발문에 대한 인식과

연관되어 있을 수 있다. 모든 교사는 면담에서 발문의 역할에 대해 “학생들이 머리 속에 있는 지식을 인출할 수 있게 한다”거나 “학생이 개념에 대해 직접 생각해보게 할 수 있다”고 응답하여 발문의 인지적인 측면을 주로 고려하였고, 정의적인 측면과 관련된 역할은 거의 인식하지 못하고 있었다. 따라서 교사들에게 발문의 정의적 측면에 대한 역할과 구체적 실행 방법에 대해 교육할 필요가 있다.

운영적 발문(C2)은 T1이 55회(24.3%), T2는 53회(24.6%) 사용하였다. T1과 T2는 “여러분 수업 준비되셨나요?”, “활동 다 했나요?”와 같이 학생들이 수업 준비가 되었는지, 실험이나 활동지 필기를 다 완료하였는지 등을 확인하기 위해 C2를 주로 활용하였다. 그 외에도 “이거 혹시 그림 이해 안 가는 사람?”과 같이 이해도를 확인하기 위해, 주의 집중을 위해 C2를 활용하였다. 반면 T3는 C2를 두 차시에서 총 4회(2.5%) 사용하여 다른 교사들과 달리 거의 사용하지 않았다. 대신 아래의 예시와 같이 학생의 이해도나 활동 진행 상황을 발문으로 확인하지 않고 교사가 활동 진행 정도를 짐작하여 파악한 후 다음 수업 단계로 넘어갔다.

T3: 선생님이 그림으로 설명했던 거 우리 노트에다가 정리 안 하고 넘어갔잖아. 그래서 그거를 글로 정리를 할 거예요. 그래서 여기다가 이렇게 글로 써도 되고 칸이 부족하면 노트에다가 옮겨 적어도 돼요. (시간을 준 후) 다 적으면 교과서 읽고 마무리하겠습니다. 교과서 144쪽 펴시고요.

(T3 1차시 수업 중)

T3는 C2를 잘 활용하지 않은 이유에 대해 “학생들에게 ‘이해했니?’, ‘다 했어?’라고 물으면 학생이 실제로 이해하지 못하더라도 그렇게 응답하지 않거나 대답을 잘 하지 않는다. 그래서 교사는 학생의 반응 등 분위기를 통해 파악해야 하며 다른 방법은 없는 것 같다”고 응답하였다.

수업에서의 발문은 학생의 이해도를 파악하는 형성 평가의 방법으로 쓰일 수 있다(Nieminen, Häikiöniemi, & Viiri, 2021). 그러나 T3는 발문으로 학생의 이해를 확인하려는 모습을 거의 보이지 않았고, 학생의 이해도를 파악할 방법이 없다고 생각하여 발문의 평가적 활용에 대한 인식이 부족한 모습을 보였다. 따라서 교사들에게 학생의 이해도를 파악할 수 있도록 다양한 발문의 활용 방안을 교육할 필요가 있다. 예를 들어 전체 학생을 대상으로 발문하는 방법뿐 아니라 특정 학생을 지목해서 생각을 구체적으로 물어보거나 모든 학생에게 손을 들게 하여 참여시키는 방법(Kawalkar & Vijapurkar, 2013)과 같이 다양한 발문 방법을 활용할 수 있도록 안내한다면 교사들이 발문을 통해 학생의 이해도를 파악하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

학생 참여를 유도하는 발문(C3)은 T1이 3회(1.3%), T2가 6회(3.3%), T3가 3회(1.9%) 사용하였다. 세 교사는 학생이 활동 내용이나 자기 생각을 발표하도록 유도하기 위해 C3를 사용하였다. 교사들은 C3를 사용하는 양상에서 차이가 있었다. T1은 발문에 학생들이 응답하지 않을 때, 특정 학생을 지목하기 위해 C3를 사용하였다. 예를 들어 T1은 감압 용기를 이용한 실험에서 기체의 압력을 측정할 결과를 학생에게 발표시키기 위해 C3를 사용하였다.

T1: 발표하고 싶은 사람? 실험 값 발표하고 싶은 사람, 아무도 없어? 공기 빼냈을 때 압력 얼마였는지 발표할 사람, 없나요? (학생들이

손을 들지 않는다.) 우리 그림 OO이를 시켜봐야겠네. OO아 여기 공기 빼냈을 때 압력 얼마였어?

(T1 1차시 수업 중)

T2는 피스톤을 누르고 다시 손을 놓으면 원래대로 돌아가는 이유를 묻기 위해 “왜 원상복구가 될까 애들아?”와 같은 발문을 사용하였고, 여러 학생이 응답하려 하자 교사가 발표할 학생을 정할 때 “OO이는 많이 발표했으니까 □□이가 한번 해볼까?”와 같이 C3를 사용하였다. T3도 이와 유사하게 개념 정리 단계에서 학생의 개념을 확인하기 위해 “46분이니까 6번 나와 볼까요?”와 같이 특정 학생을 지목하기 위해 C3를 사용하였다. T3는 특정 학생을 지목한 이유에 대해 “발표시킨 학생은 열심히 하지 않는 학생인데 대답을 잘했네요. 참여도가 높은 학생이 아닌데도 대답을 잘한 것을 보면 (제가) 설명을 잘한 것 같아요.”라고 설명하였다. 즉, 교사들은 C3를 사용할 때 학생들의 특성을 고려하는 모습을 보였다.

라. 수사적 발문(D)

수사적 발문(D)은 T1이 56회(24.8%), T2가 37회(17.5%), T3가 23회(14.6%) 사용하였다. 교사들은 과학 개념을 설명할 때 주의 집중, 사고 촉진 등의 목적으로 학생의 응답을 기대하지 않고 D를 사용하였다. 예를 들어 T1은 입자의 운동으로 부피의 변화를 설명할 때 학생들의 주의를 집중시키기 위해 “지금 벽이 점점 조금씩 중심에서 이동하는거 보이시죠?”라고 발문하였다. 또한 T2는 피스톤 내부의 압력과 대기압을 설명하며 “이 안에서도 기체 입자가 충돌하고 밖에서도 기체 입자가 움직이면서 충돌을 하게 되겠죠?”라고 발문하였다. T2는 이러한 학생 응답을 기대하지 않는 발문을 사용하는 이유에 대해 “교사가 발문을 하면 학생은 응답하지 않더라도 머리 속으로 생각을 하기 때문”이라고 응답하였다.

2. 발문 활용에 영향을 미치는 요인 탐색

교사별로 수업에서 사용하는 발문 활용의 특징을 살펴보면 먼저 T1은 일상생활의 경험을 묻기 위한 목적으로 A2를 세 명의 교사 중 가장 많이 사용하였다. T1의 이러한 발문 활용은 수업 구성과 관련이 있을 수 있다. T2와 T3는 교과서에 제시된 순서에 따라 ‘기체의 압력과 부피의 관계’ 단원 끝부분에서만 일상생활과 관련된 경험을 다루었다. 반면, T1은 1번 결과에서 제시한 것과 같이 수업 마무리 단계뿐 아니라 도입과 전개 단계에서도 일상생활과 관련된 경험을 다루었다. T1이 다른 교사들과 다르게 수업을 재구성하고 그에 따라 발문을 다르게 활용한 것은 교사의 교수학습관 및 전공과 관련하여 나타난 차이일 수 있다.

T1은 교사의 역할은 “교과서에 제시된 내용을 잘 전달하는 것”이라고 생각하여 전통적인 교수학습관에 가까운 인식을 지니고 있었지만 학생의 학습에서 경험이 중요하다고 인식하고 있는 점에서 일부 구성주의적인 교수학습관도 가지고 있었다. 또한 T1은 다른 두 교사와 달리 화학교육을 전공하여 화학 수업에 대한 자신감이 있었고, 대단원인 ‘기체의 성질’ 단원에서 강조해야 하는 부분을 잘 파악하고 있었다. T1은 면담에서 이 단원에서는 눈에 보이지 않는 기체를 다루

기 때문에 학생이 일상생활에서 접할 수 있는 경험과 과학 개념을 연결할 수 있도록 도와주는 것이 중요하다고 인식하고 있었다.

T1: 재밌게 가르칠 자신은 없지만 화학 전공이므로 화학 단원 수업에 대한 자신은 있습니다. (과학의) 다른 단원들은 직접 눈으로 볼 수 있는데 '기체의 성질' 단원은 눈에 보이지 않는 입자 개념을 다루고 있어 학생들이 관련된 경험을 먼저 떠올리기 어렵습니다. 학생은 자신이 경험하지 못한 일에 대해 다루면 그 주제에 100% 집중할 수 없고, 자기 경험과 관련된 일이어야 관심을 가진다고 생각합니다. 그래서 기체의 성질 단원을 가르칠 때 학생이 일상생활에서 많이 접할 수 있는 현상과 연결해 주는 것이 효과적이라고 생각합니다. (T1과의 면담 중)

반면 T2는 학생의 학습에 실험과 토의 경험이 중요하다고 인식하고 있었고, T3는 문제 풀이가 중요하다고 인식하여 T1에 비해 일상생활에 대한 경험을 중요하게 생각하고 있지는 않았다. 특히 T3는 일상생활에 대한 예시를 묻더라도 자기 경험을 창의적으로 응답하기보다는 학습한 것을 기계적으로 응답하기 때문에 큰 의미가 없다고 생각하고 있었다. 또한 T2와 T3는 각각 지구과학교육과 물리교육을 전공하였는데 두 교사는 아래 면담과 같이 화학 개념에 대해 충분히 알지 못하므로 자기 전공이 아닌 화학 수업에 대한 자신감이 부족하다고 응답하였다.

T2: 지구과학 수업에 대해서는 아는 게 충분해서 자신감이 있는데 화학 과목 수업은 자신이 없습니다. 화학 개념은 깊이 알지 못하니까 그래서 학생들이 교과서에서 벗어나는 내용을 물어보면 정확하게 대답해 줄 수 없었던 것 같아요. 그리고 지구과학 수업에서는 어떤 부분을 강조해야 하는지 하는데 화학 수업에서는 그렇지 못한 것 같아요. (T2와의 면담 중)

이처럼 두 교사는 학생의 학습에 일상생활 경험을 중요하게 인식하지 않았고 화학 단원에 대해 자신감이 부족하였다. 이에 두 교사는 교과서에 제시된 흐름을 그대로 따라 일상생활의 예시 부분을 '기체의 압력과 부피의 관계' 단원 마무리 부분에서만 다루었다.

교실 상황이나 학습 목표 등에 따라 교육과정을 재구성하는 것은 교사의 중요한 능력 중 하나이며(Kim & Lee, 2023), 교사의 내용 지식은 수업 설계에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나로 알려져 있다(Abell, 2007). 본 연구 대상이었던 '기체의 압력과 부피의 관계' 단원의 성취 기준은 "기체의 압력과 부피의 관계를 입자 모형으로 해석하고, 이와 관련된 실생활의 예를 찾을 수 있다."로 화학에서 핵심 내용인 입자 개념을 다루고 있다(MOE, 2015). 입자 개념은 추상적 사고를 요구하여 학생에게 어려움을 주므로 일상생활과의 연결이 더욱 중요하다. 그럼에도 본 연구에서 T1만이 '기체의 성질' 단원의 특징과 학생의 일상생활 경험을 연결시키는 것을 중요하게 인식하고 있었고, 이러한 맥락에서 수업을 재구성하여 일상생활 예시를 학생에게 물어보는 발문을 많이 활용하였다. Kayima & Jakobsen(2020)의 연구에서는 토의나 실험 등 수업 활동의 차이로, Kim et al.(2022)의 연구에서는 수업 주제의 차이로 인하여 교사가 사용한 발문 유형의 빈도가 달라졌다고 보고하였다. 본 연구에서는 세 교사의 수업 주제가 같았고, 수행한 실험이 유사하였음에도 한 교사만이 수업을 다르게 재구성하였고, 이는 발문 활용의 차이로 이어졌다.

T1의 수업 경험과 같은 학생의 특성 또한 T1의 발문 활용에 영향을 미친 것으로 보인다. T1은 다음 면담과 같이 작년까지는 교사가 설명하는 방식의 수업을 진행하였으나 학생의 생각을 물어보는 발문을 사용하였을 때, 학생들이 이전보다 더 적극적으로 참여하는 등 긍정적인 반응을 보인 수업을 경험한 후 학생을 참여시키는 발문을 사용하게 되었다고 응답하였다.

연구자: 작년까지만 해도 학생들에게 답을 물어보지 않았다고 하셨는데 올해 학생들에게는 물어보게 된 이유는 무엇인가요?

T1: 원래 수업할 때 제가 과학 내용을 알려주고 끝냈는데, 시간이 남아서 학생들에게 물어본 적이 있었어요. 그런데 이때 학생들의 답변이 제가 얘기하려는 것과 비슷하기도 하고, 학생들이 본인들 답을 얘기 하면서 수업에 참여하고 발표했다는 것에 뿌듯함을 느끼는 것 같아요. 학생 입장에서 교사가 답을 이야기하면 남의 일이지만 수업에 참여하면서 이야기하면 자기 일이 되는 것 같아서 교사가 얘기하는 것보다 효과적이라고 느꼈어요. (T1과의 면담 중)

한편 T1이 담당할 학생들은 학업 수준이 비교적 낮은 편이었다. T1은 면담에서 학생들이 학업에 관심이 많지 않고 학업 수준이 낮아 과학 수업에 자신감이 없어서 교사가 어려운 내용을 물어보면 학생들은 오답을 말하는 것을 두려워하여 반응하지 않거나 소극적으로 참여하는 분위기라고 응답하였다. T1은 과학 수업의 목표가 학생들을 과학 수업에 많이 참여할 수 있도록 하여 학생들이 과학을 친숙하게 느끼도록 유도하는 것이라고 응답하였다. 이에 T1은 다른 교사들과 달리 수업의 도입부에서 학생의 학습 동기를 유발하는 A3를 활용하였다. 예를 들어, T1은 다음 예시와 같이 해당 차시에서 다룰 내용과 관련된 초성 퀴즈를 사용하였다. T1은 면담에서 이러한 퀴즈에 대해 학생들이 쉽게 수업에 참여하며, 과학 수업에서 오답을 말해도 괜찮다는 분위기를 만들기 위해 이러한 방식을 사용한다고 응답하였다.

T1: 여러분 다 준비됐을까요? (C2) 네 그러면 초성 퀴즈부터 같이 해보도록 하겠습니다. 오늘 실험 및 147쪽 관련해서 문제를 내도록 하겠습니다. (화면에 초성 퀴즈를 띄우며) 첫 번째 문제입니다. 어떤 단어의 초성일까요? (A3)

학생1: 기압

T1: 아니에요.

학생2: 감압

T1: 정답! 여러분 "압"은 무슨 뜻인 것 같아요? (A3)

(T1 1차시 수업 중)

또한 T1은 1번 결과에서 제시한 것과 같이 학생들이 응답하기 쉬운 단답형, 선택형 응답을 하도록 A3를 사용하였다. 예를 들어, T1이 실험 전 감압 용기에 대해 설명할 때 다음 예시와 같이 발문을 사용하였다. T1은 "학생들이 감압을 처음 들어서 잘 모를 것이라고 생각해서 학생을 참여시키기 위해서 쉽게 응답할 수 있는 발문을 활용했다"고 응답하였다.

T1: 감압이라는 뜻은 압력을 줄어들게 하는 거예요, 늘어나게 하는 거예요?(A3)

학생: 줄어들게 하는 거예요.

(T1 1차시 수업 중)

즉 전통적인 교사 중심의 교수학습관을 갖고 있던 T1은 발문을 통해 학생들을 수업에 참여시키는 성공적인 수업 경험으로 인하여 일부 구성주의에 가까운 인식을 갖게 되었다. T1은 이러한 인식에 토대로 과학 학업 성취가 낮은 학생들을 고려해 위 예시와 같이 학생이 응답할 수 있는 발문이나 초성 퀴즈 등 난이도가 낮은 학생을 쉽게 참여시키는 발문을 자주 사용하게 되었다. T1의 발문을 사용해 학생을 참여시킨 성공적인 수업 경험은 교사의 교수학습 방식에 영향을 미치는 결정적 사례(Tripp, 1993)로 작용한 것으로 보인다. 따라서 과학교사에게 구성주의 관점에서의 발문 실행에 대한 성공적인 경험을 제공한다면 이러한 경험이 결정적 사례로 작용하여 교사가 구성주의적인 발문을 사용하는 데 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이다.

한편, T2와 T3가 맡은 학생들은 학업 수준이 높은 편이며 수업에 적극적으로 참여하려는 경향을 보였다. 그러나 두 교사는 발문 활용 방법에서 차이를 보였다. T2는 1번 결과에서 제시한 것과 같이 A3를 사용할 때 서술형 응답을 요구하는 발문을 많이 사용하였고 학생들이 과학 개념과 다른 응답을 할 때도 B2를 활용하여 되묻는 방식으로 담화를 이끌어 나갔다. 또한 학생이 교사에게 질문하는 경우 질문에 직접 답해주는 대신 반 전체 학생들에게 학생의 질문을 되묻는 방식으로 B2를 활용하기도 하였다. 또한 T2는 다른 교사들에 비해 C1을 비교적 많이 사용하였다.

T2의 이러한 발문 활용은 교수학습관의 영향으로 보인다. T2는 교사가 과학 수업에서 중점적으로 고려해야 할 점으로 “학생의 사고를 촉진하는 것”이라고 생각하고 있었으며, 학생의 학습은 “자기 생각을 교사나 다른 학생들과 얘기할 때 일어난다”고 생각하고 있었다. 따라서 수업에서 학생이 적극적으로 참여하고 자유롭게 의견을 말할 수 있도록 발문을 활용하였다. 예를 들어 기체의 압력과 부피의 관계 예시를 다룰 때 “4명이 한 조가 되어 압력에 따라서 기체의 부피가 변하는 예시를 5가지 정도 찾아볼까요?”라고 하여 모둠별로 토의 및 발표시켰다. 이러한 발문 활용에 대해 T2는 “교사보다 학생이 말하면 다른 학생들은 친구가 얘기한다고 생각하여 귀에 더 잘 들어올 것 같다. 말하는 친구도 뿌듯해할 것 같다.”고 응답하였다. 또한 T2는 다른 교사들에 비해 C1을 많이 사용한 이유에 대해 학생 또한 수업의 주체이므로 학생의 정의적 측면을 파악하는 것이 중요하다고 응답하였다.

반면 T3는 1번 결과에서 제시한 것과 같이 다른 교사들에 비해 A1을 많이 사용하였고, 과학 개념과 관련된 특징을 3-4가지로 암기시키는 발문을 많이 활용하였다. 또한 학생의 단답형 응답을 이끌어내는 발문을 선호하였으며 수업에서 학생의 질문이 나타나지 않아 B1을 1회만 사용하였다. 한편 학생이 교사의 발문에 응답했을 때는 과학 개념에 맞는 응답만을 활용하여 담화를 이어나갔다. T3는 교사의 역할로 “교과서에 있는 개념을 잘 전달하며, 학생의 흥미를 유발하고 입시와 관련된 문제 풀이 방법을 알려주는 것”으로 인식하고 있었고 학생의 학습은 수업을 열심히 듣고 이를 문제에 적용할 때 일어난다고 응답하였다. 특히 “과학은 이해를 바탕으로 암기해야 하는 과목”이라고 생각하는 등 전통적인 교수학습관에 가까운 인식을 가지고 있었다.

즉 교사는 학업 성취가 높고 적극적으로 참여하는 비슷한 특성의 학생을 가르치더라도 가지고 있는 교수학습관에 따라 발문을 다르게 활용하는 모습을 보였다. T2는 학생의 수업 참여에 초점을 맞추어 학생이 자기 생각을 자유롭게 표현할 수 있도록 발문을 활용하였으나

T3는 학업 성취도가 높은 부분에 주목하여 학생에게 개념을 많이 전달할 수 있도록 발문을 활용하였다. 구성주의 관점에서 학습은 교사가 전달하는 내용을 일방적으로 받아들이기보다는 교사 혹은 동료 학생과의 상호작용을 통해 일어난다. 따라서 교사에게 구성주의 교수 학습관에 대한 이해를 돕고, 실제 수업에서 구성주의적인 발문을 활용하는 능력도 함양해야 할 것이다. 가령 수업을 진행하고, 학생의 이해도를 파악하는 발문의 전통적인 목적뿐 아니라 학생의 사고와 학습을 촉진하고 지식 구성을 돕는 등 구성주의적 발문 목적과 활용 방안(Chin, 2007; Kawalkar & Vijapurkar, 2013; Kayima & Jakobsen, 2020)에 대해 안내할 필요가 있다. 이때 T3와 같이 발문 활용뿐 아니라 과학 개념과 다른 학생의 응답을 활용하지 않는 모습도 나타났으므로 구성주의적으로 학생의 응답에 대한 피드백을 할 수 있도록 도울 필요가 있다.

한편, 모든 교사는 예비교사 교육과정이나 교사 재교육 과정 등에서 발문에 대한 교육을 받은 적이 없었으나 T2만이 다음 면담과 같이 개방적, 폐쇄적 발문 유형의 정의와 사용 목적 및 시기에 대해 알고 있었으며 이를 활용하고자 하였다. 예를 들어, T2는 개념을 도입하는 단계에서는 꽃씨를 날릴 때 풍선에 넣는 이유에 대해, 적용 단계에서는 실생활의 예시를 자유롭게 생각하도록 A3를 사용하였다. 반대로 이전 차시를 복습하거나 학습한 개념을 정리할 때는 폐쇄적으로 A1이나 A3를 사용하였다.

연구자: 발문 유형이나 종류에 대해 들어본 적이 있나요?

T2: 개방적 발문과 폐쇄적 발문에 대해 들어본 것 같아요. 개방적 발문은 답이 정해져 있지 않고 학생들의 대답이 다양하게 나올 수 있는 발문이라서 개념 도입이나 적용할 때 효과적이고, 폐쇄적 발문은 배운 개념을 정리하면서 정답을 요구할 때 쓰는 발문 방식이라서 개념을 정리하거나 복습할 때 효과적이라고 알고 있습니다.

연구자: 수업할 때 발문은 어느 정도로 계획하나요?

T2: 보통 핵심 질문을 한 가지씩 계획합니다. 도입 부분에서 흥미를 이끌 수 있고 좀 열린 질문으로요.

(T2와의 면담 중)

개방적 발문을 활용한 T2는 개방적 발문에 대해 알고 있었을 뿐만 아니라 구성주의 교수학습관에 가까운 인식을 갖고 있었다. 이에 T2는 면담에서 “개방적 발문이 학생의 다양한 생각을 들을 수 있게 한다는 점에서 유용하다”고 응답하여 구성주의 관점에서 학생의 다양한 생각을 끌어내는 것과 연결짓는 모습을 보였다.

반면 T1과 T3는 발문의 효과를 학생 참여를 유도하며 자기 생각을 말해 자기 주도적인 학습을 돕는 것으로 인식하고 있었으나 두 교사 모두 수업의 흐름과 무관하게 학생의 답이 제한되는 폐쇄적 발문을 주로 사용하였다. 예를 들어, T3는 기체의 압력과 부피 관계를 설명할 때 “부피가 작을 때랑 클 때랑 입자의 운동 속도는 변할까 안 변할까?”와 같이 발문하였다. 또한 면담에서 연구자가 개방적인 발문을 안내하고 필요성에 대해 묻자 T1은 “학생 응답이 다양하면 수업을 이끌어 나가기 어렵다”라고, T3는 “개방적 발문의 필요성과 효과를 모르겠다”고 응답하여 학생의 개방적인 응답을 듣는 것의 필요성을 인식하지 못하고 있었다.

개방적 발문과 폐쇄적 발문의 차이에 대해 알고 있었던 T2만이

개방적 발문을 사용한 것은 발문에 대한 이해도가 높은 교사가 발문의 종류와 역할에 대해 알고 있어 발문에 대해 이해도가 낮은 교사보다 다양한 발문을 사용한다는 선행연구(Choi, Cho, & Yeo, 2012)와 유사한 결과로 볼 수 있다. 그러나 T2는 개방적 발문에 대해 아는 것과 더불어 구성주의 교수학습관에 가까운 인식을 갖고 있어 이를 적극 활용했을 가능성이 있다. 그러므로 교사의 개방적 발문의 사용과 구성주의 교수학습관의 관련성에 대해 탐색할 필요가 있다. 예를 들어, 교사가 개방적 발문의 목적과 필요성에 대해 학습하였을 때 전통적인 교수학습관을 가진 교사와 그렇지 않은 교사가 이를 어떻게 활용하는지 비교·분석이 이뤄질 수 있다.

한편 물리를 전공한 T3는 기체의 압력과 부피의 관계를 설명할 때 다음 예시와 같이 물리 단원에서 강조되는 힘의 평형 개념을 활용하여 설명하였다. 이때 추를 올린 피스톤에 작용하는 힘에는 무엇이 있는지 물어보는 발문을 많이 활용하였다. T3는 이러한 발문 활용에 대해 1학기에 가르친 2단원 '여러 가지 힘' 단원에서 힘의 평형을 여러 번 강조하였고, 물리 단원에서 힘의 평형에 대한 오개념이 생기기 쉬우므로 이를 강조하기 위하여 이러한 발문을 활용하였다고 응답하였다.

T3: 밑에 기체가 들어있고 그 위에도 추를 이렇게 올려놔. 이 상태로 시간이 오래 지났더니 이 가림막이 정지했어. 이때 이 가림막이 받는 힘이 뭐가 있어? (A3)

학생 : 중력/ 추가 미는 힘

T3: 중력, 추가 미는 힘 그다음에 또? (A3)

학생 : 기체의 압력

T3: 어느 기체? (B2)

학생 : 내부/외부

T3: 내부 기체 압력, 외부 대기압 좋아요. 그러면 여기서 아래 방향으로 작용하는 힘은 뭐야? (A3)

학생 : 중력, 추가 미는 힘, 외부의 대기압

T3: 아래서 위로 작용하는 힘은? (A3)

(후략)

(T3 1차시 수업 중)

'기체의 성질' 단원에서는 거시적인 현상과 미시적인 입자를 연결하는 것이 중요하다(MOE, 2015; Wu, 2003). 그러나 T3는 물리를 전공하여 기체의 압력과 부피의 관계를 설명할 때 물리 단원에서 강조하는 힘의 평형을 위주로 설명하는 모습을 보였다. 이와 같은 발문은 학생들이 거시적인 현상에만 초점을 두어 미시적인 입자 개념으로 이를 이해하는 데 어려움을 겪게 할 수 있다. 과학교사들은 자신의 전공이 아닌 과학 내용을 가르칠 때 중요한 부분과 그렇지 않은 부분에 대한 판단 능력이 부족할 수 있으므로(van Driel *et al.*, 2001), 과학교사들이 수업을 계획하고 실행할 때 수업하는 단원의 성취기준에서 강조하는 부분이 무엇인지 충분히 파악하도록 안내할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 중등 과학교사 세 명의 발문 활용 특징을 담화맥락을 고려하여 조사하였고 교사의 발문 활용에 영향을 미치는 요인에 대해 탐색하였다. 연구 결과, 과학 개념과 관련된 상황을 묻는 발문은

교사의 의도에 따라 다르게 분류되었다. 한 명의 교사만이 학생의 일상생활 경험을 묻는 발문을 자주 사용하였다. 두 교사는 '학생의 생각을 묻는 발문'을 사용할 때 주로 학생이 단답형, 선택형 응답을 하도록 발문을 사용하였다. 이들은 발문의 상호작용 측면만을 고려하였고 인지적 측면까지 종합적으로 고려하지 못하였다. 교사들은 주로 학생이 과학 개념에 맞는 응답을 하였을 때 '학생의 발화를 활용하는 발문'을 사용하였다. 교사들은 '학생의 발화를 단순 반복하는 발문'을 억양과 함께 사용하여 학생 응답의 정오에 대한 정보를 제공하였다. 교사들은 정의적 발문을 거의 사용하지 않았다. 한 명의 교사는 학생의 이해나 진행 상황을 '운영적 발문'을 통해 확인하지 않았다. 학생 특성, 교사의 학습관, 발문에 대한 지식, 전공 지식 등은 교사의 발문 활용에 복합적으로 영향을 미쳤다. 예를 들어, 학생의 경험을 중요하게 생각하며, 학업 성취가 낮은 학생을 가르치는 교사는 학생의 과학 개념과 일상생활 경험을 연결시키는 발문을 많이 사용하였다. 한편 학구열이 높은 학생을 가르치는 두 교사는 교수학습관에 따라 다른 발문 활용을 보였다. 구성주의 교수학습관을 가진 교사는 학생의 생각을 파악하기 위해 서술형 응답을 하게 하거나 학생의 응답을 활용하는 발문을 많이 사용하였다. 반면 전통적인 교수학습관을 갖고 있는 교사는 과학 지식을 상기 및 평가하는 발문을 주로 사용하였고, 학생 발화를 파악하는 발문은 거의 사용하지 않았다. 또한 발문 지식을 가지고 있으며 구성주의적 교수학습관을 가진 교사가 개방적 발문과 폐쇄적 발문을 의도에 맞게 사용하였다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 과학교사의 발문 능력 향상을 위한 방안을 제안하면 다음과 같다. 먼저, 교사들이 발문을 사용할 때 학생의 사고나 진행 상황 등을 파악하는 형성평가지적 측면에 좀 더 주의를 기울이도록 지도할 필요가 있다. 교사들은 단답형, 선택형 응답을 하도록 발문을 사용하여 학생의 사고를 충분히 파악하는 것보다 학생의 응답을 듣는 것을 더 중요하게 여겼다. 더불어 교사들은 학생이 과학 개념과 맞는 응답을 하였을 때는 학생의 발화를 활용하는 발문을 사용하였으나, 과학 개념과 다른 응답을 한 경우 이를 활용하지 않았으며, 일부의 경우 억양 등을 통하여 학생의 응답을 교정하려는 모습을 보였다. 그리고 한 교사는 학생의 이해도나 진행상황을 발문을 통해 확인하기보다는 전체적인 분위기를 통해 파악하기도 하였다. 이에 교사들에게 형성평가지적 관점에서 발문을 통해 학생의 사고나 학습 상태 등을 파악할 수 있다는 것을 인식시켜주며, 이를 파악하기 위한 다양한 발문 활용 방법에 대해 안내할 필요가 있다. 더불어 학생이 과학 개념과 다른 응답을 한 경우에도 주목하여 적절한 피드백을 줄 수 있도록 지도할 필요가 있다.

국내 예비교사 교육과정 및 교사 재교육 과정에서 발문에 대한 교육이 체계적으로 이루어지지 않고 있으며(Sung, 2010) 국내외에서 발문 능력을 향상시키기 위한 연구가 일부 이루어졌으나 대부분 발문의 인지적 측면 분류틀에 기반하고 있다(Kang, 2017; Lee, Kinzie, & Whittaker, 2012). 본 연구에서도 교사들은 정의적 발문을 거의 사용하지 않았고, 학생의 생각을 묻는 발문을 활용할 때 학생과의 상호작용만을 주로 고려하는 등 발문의 다양한 측면을 고려하지 못하는 모습을 보였다. 따라서 인지적, 정의적, 사회적 측면 등 발문의 다양한 측면을 종합적으로 고려하여 발문 능력 향상 프로그램을 개발할 필요가 있다.

과학교사들의 발문 능력을 향상시키기 위해서는 발문에 대한 체계

적인 교육과 더불어 교사의 구성주의 교수학습관을 함양시키기 위한 노력이 필요하다. 예를 들어 유사한 특성을 맡은 교사들 중 구성주의 교수학습관이 높은 교사는 학생이 질문하였을 때 교사가 즉각 답하는 대신 학생을 상호작용에 참여시킬 수 있도록 하는 발문을 주로 활용하였다. 반면 구성주의 교수학습관이 낮은 교사는 학생이 과학 개념과 다른 응답을 하였을 때 적절한 피드백을 제공하는 대신 교사가 즉시 과학 개념을 설명하는 등 교사 중심적인 모습을 보였다. 또한 구성주의 교수학습관을 가진 교사만이 개방적 발문의 필요성에 대해 이해하고 수업에서 활용하였다. 따라서 교사들이 구성주의 교수학습관에 대한 이해가 선행된다면, 학생 중심의 효과적인 발문을 사용할 수 있을 것이다.

또한 담화맥락을 고려하여 발문을 분석하는 연구들이 더 진행될 필요가 있다. 담화맥락을 고려하여 발문을 분석할 결과 기존 인지적 발문 분류틀로는 구별하지 못하였던 부분에 주목할 수 있었다. 예를 들어 과학 개념과 관련된 상황을 묻더라도 교사의 의도에 따라 과학 지식을 상기 및 평가하는 발문과 학생의 생각을 묻는 발문으로 다르게 분류되었다. 또한 기존 발문 연구들은 학생의 정의적 측면과 관련된 질문을 비과학적 질문(Lee, 2012)로 분류하거나 운영적 발문으로 분류하여(Blosser, 1973) 정의적 측면을 묻는 발문에 관심을 두지 않았으며, 운영적 발문 또한 수업 내용과 무관하다고 여겨 분석하지 않거나 분석하더라도 단순히 빈도를 논의하는 것에 그쳤다. 그러나 정의적 발문과 운영적 발문 또한 학생의 정의적 측면과 이해도를 파악하는 등 중요한 역할을 하고 있었으므로 이러한 발문에도 관심을 가질 필요가 있다. 따라서 담화맥락을 고려하여 교사의 발문에 대한 후속 연구가 이루어져야 한다. 예를 들어, 이 연구는 발문에 수업의 특성이 미치는 영향을 최소화하기 위하여 중학교 1학년 ‘기체의 성질’ 단원에서 과학교사의 발문만을 조사하였다. 따라서 다른 학교급이나 다른 주제의 수업에서 과학교사의 발문 활용 실태를 조사할 필요가 있다.

한편 교사들의 발문 활용에 영향을 미치는 요인들에 대해 더 탐구할 필요가 있다. 본 연구에서 다양한 요인들은 복합적으로 교사의 발문 활용에 영향을 미쳤다. 특히 이 연구는 3명의 교사를 대상으로 한 사례 연구이므로 과학교사의 특성이 발문 활용에 미치는 영향을 일반화하기 위하여 많은 교사를 대상으로 연구를 진행할 필요가 있다. 마지막으로 교사들이 사용하는 발문은 교사의 특성뿐 아니라 학생의 학습 수준이나 수업 참여도 등 학생의 특성에 따라라도 차이가 있었다. 따라서 학습 수준, 수업 참여도 외에도 교사의 발문에 영향을 미치는 다양한 학생의 특성을 조사할 필요가 있다. 또한 학생의 특성은 교사의 발문뿐 아니라 교사의 피드백 방식에도 영향을 미칠 수 있으므로 학생의 특성에 따라 교사의 피드백이 어떻게 달라지는지 분석하는 연구도 필요할 것이다.

국문요약

이 연구에서는 중등 과학교사 세 명의 발문 활용에서 나타나는 특징을 담화맥락을 고려하여 조사하였고 교사의 발문 활용에 영향을 미치는 요인에 대해 탐색하였다. 이를 위해 ‘기체의 압력과 부피의 관계’ 2개 차시 수업을 녹화하였고, 면담을 수행하였다. 선행연구의 분석틀을 참고하여 발문을 학생의 의견을 듣거나 사고를 탐색하는

발문, 학생 발화에 대한 발문, 수업 운영을 위한 발문, 수사적 발문으로 분류하였다. 연구 결과, 과학 개념과 관련된 상황을 묻는 발문은 교사의 의도에 따라 다르게 분류되었다. 한 명의 교사만이 학생의 일상생활 경험을 묻는 발문을 자주 사용하였다. 두 교사는 ‘학생의 생각을 묻는 발문’을 사용할 때 주로 학생이 단답형, 선택형 응답을 하도록 발문을 사용하였다. 이들은 발문의 상호작용 측면만을 고려하였고 인지적 측면까지 종합적으로 고려하지 못하였다. 교사들은 주로 학생이 과학 개념에 맞는 응답을 하였을 때 ‘학생의 발화를 활용하는 발문’을 사용하였다. 교사들은 ‘학생의 발화를 단순 반복하는 발문’을 억양과 함께 사용하여 학생 응답의 정오에 대한 정보를 제공하였다. 교사들은 정의적 발문을 거의 사용하지 않았다. 한 명의 교사는 학생의 이해나 진행 상황을 ‘운영적 발문’을 통해 확인하지 않았다. 학생 특성, 교사의 학습관, 발문에 대한 지식, 전공 지식 등은 교사의 발문 활용에 복합적으로 영향을 미쳤다. 연구 결과를 바탕으로 과학교사의 발문 능력을 향상시키기 위한 방안들을 논하였다.

주제어 : 발문, 과학교사, 담화맥락

References

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*, (pp. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Andersson-Bakken, E., & Klette, K. (2016). Teachers' use of questions and responses to students' contributions during whole class discussions: Comparing language arts and science classrooms. In K. Klette, O. K. Bergem, & A. Roe (Eds.), *Teaching and learning in lower secondary schools in the era of PISA and TIMSS* (pp. 63-84). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Bae, J. & Sohn, W. (2018). Relationships of students' perceived learning environment, instruction, and assessment practice with their affective achievement: PISA 2015 science data. *The Journal of Curriculum and Evaluation*,
- Blanton, M., Westbrook, S., & Carter, G. (2005). Using Valsiner's zone theory to interpret teaching practices in mathematics and science classrooms. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(1), 5-33.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of education goals: Handbook 1: Cognitive domain*. New York, NY: David McKay.
- Blosser, P. E. (1973). *Handbook of effective questioning techniques*. Worthington, OH: Education Associates.
- Blosser, P. E. (2000). *How to ask the right questions*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in classrooms: A sociolinguistic perspective. *Review of Educational Research*, 61(2), 157-178.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.
- Cho, M., & Paik, S.-H. (2020). Analysis of pre-service science teachers' responsive teaching types and barriers of practice. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(2), 177-189.
- Cho, M., Jang, J., Yoo, J., Kim, S., & Lee, H. (2010). Analysis of questioning used in science classes based on teaching and learning purposes and processes: Two case studies. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 10(2), 407-428.
- Choi, C. I., Cho, M.-J., & Yeo, S.-I. (2012). Analysis on teachers' perception of questioning and teaching practices in elementary science class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(1), 57-70.
- Choi, K., Park, J.-Y., Choi, B.-S., Nam, J., Choi, K.-S., & Lee, K.-S. (2010). Analysis of verbal interaction between teachers and students in middle school science classroom. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(6), 1039-1048.
- Chung, H., & Shin, D. (2021). Exploring limitations in applying Blosser's question category system for science. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 42(2), 221-244.

- Chung, J., Kim, M., & Kang, J. (2009). A case study of the science class for the gifted by the elementary teachers: Focused on questioning and feedback. *Journal of the Society for the International Gifted in Science*, 3(2), 125-135.
- Dohrn, S. W., & Dohn, N. B. (2018). The role of teacher questions in the chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 352-363.
- 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.
- Jeong, E., Park, J., Lee, S., Yoon, H.-K., Kim, H., Kang, H., Lee, J., Kim, Y., & Jeon, J. (2022). A qualitative study on the cause of low science affective achievement of elementary, middle, and high school students in Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 42(3), 325-340.
- Kang, B., & Anderson, C. W. (2015). Supporting preservice science teachers' ability to attend and respond to student thinking by design. *Science Education*, 99(5), 863-895.
- Kang, K.-H. (2017). Effect on pre-service physic teachers' questioning ability according to application of a questioning strategy program - Focusing on question type and wait-time. *New Physics: Sae Mulli*, 67(1), 56-63.
- Kawalkar, A., & Vijapurkar, J., (2013). Scaffolding science talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2004-2027.
- Kayima, F., & Jakobsen, A. (2020). Exploring the situational adequacy of teacher questions in science classrooms. *Research in Science Education*, 50(2), 437-467.
- Kim, H., & Lee, B. (2023). An analysis of the characteristics of teachers' adaptive practices in science classes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 43(4), 403-414.
- Lee, J.-H., Kim, D.-J., Hwang, H.-S., Park, S.-Y., Baek, I.-H., & Park, K.-T. (2010). Comparative analysis of verbal interaction between teachers and students for the gifted and the general science class in middle school. *Journal of Gifted/Talented Education*, 20(3), 721-741.
- Lee, S.-G. (2012). An analysis of teacher's scientific questioning in elementary science classes. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 5(3), 287-296.
- Lee, Y., Kinzie, M. B., & Whittaker, J. V. (2012). Impact of online support for teachers' open-ended questioning in pre-k science activities. *Teaching and Teacher Education*, 28(4), 568-577.
- Luft, J. A., & Roehring, G. H. (2007). Capturing science teachers' epistemological beliefs: The development of the teacher belief interview. *Electronic Journal of Science Education*, 11(2), 38-63.
- Ministry of Education (MOE) (2015). 2015 revised Science National Curriculum. Seoul: Ministry of Education.
- Na, J., & Song, J. (2014). Elementary teachers' perception, practice, and background factors in using students' everyday experience in teaching science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(7), 635-645.
- Nieminen, P., Häikiöniemi, M., & Viiri, J. (2021). Forms and functions of on-the-fly formative assessment conversations in physics inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 43(3), 362-384.
- Oh, J., & Oh, P. S. (2017). An exploration of the possibility of implementing 'Responsive teaching' (RT) in elementary science classrooms. *Journal of the Korean Elementary Science Education*, 36(3), 227-245.
- Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422-453.
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20-37.
- Sung, E. Y. (2010). Developing and assessing a questioning program aimed at improving early childhood pre-service teacher questioning abilities. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 30(5), 121-150.
- Treagust & Tsui. (2014). General instructional methods and strategies. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 303-320). London, NY: Routledge.
- Tsai, C. C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education*, 91(2), 222-243.
- Turner, J. C., & Meyer, D. K. (2000). Studying and understanding the instructional contexts of classrooms: Using our past to forge our future. *Educational Psychologist*, 35(2), 69-85.
- 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.
- van Zee, E., & Minstrell, J. (1997). Using questioning to guide student thinking. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(2), 229-271.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Wu, H.-K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 87(6), 868-891.
- Yang, C., Bae, Y., & Noh, T. (2013). Analysis of preservice secondary science teachers' uses of curriculum materials in curriculum design. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(7), 1312-1328.

저자정보

김성훈(서울대학교 교육종합연구원 객원연구원)
 임준빈(서울대학교 학생)
 노태희(서울대학교 교수)