

과학 수업에서의 학생 질문에 대한 연구(II)

- 학생 질문의 유형별 분석 -

김성근¹ · 여상인 · 우규환

¹(제천동중학교) · (서울대 화학교육과)

A Study on Students' Questioning Activity in Science Classes (II)

- Analysis of the Patterns of Students' Questions -

Kim, Sung-Geun¹ · Yeo, Sang-Ihn · Woo, Kyu Whan

¹(Chechon Dong Middle School) · (Seoul National University)

ABSTRACT

This study was conducted with two science classes of the 8th grade students in Seoul during 4 weeks. The numbers of students in the classes were 37 and 38, and they were taught for 12 class hours. Questions obtained for 12 class hours from 75 students were analyzed and grouped into patterns.

All together 1,108 questions from the students were classified into six categories: 'No Connection' (7%), 'Contradiction' (3%), 'Recall' (23%), 'Reframe' (40%), 'Application' (18%), and 'Extension' (9%). Irrelevant questions to learning and questions of false proposition were classified into 'No Connection' and 'Contradiction', respectively. Questions repeating what were already explained were grouped into 'Recall'. Those requiring other examples and/or additional explanations were grouped into 'Reframe'. Those requiring practical applications and/or explanations for other concrete facts were grouped into 'Application'. Finally, Questions for higher and/or other concepts were grouped into 'Extension'. We also discussed educational implications of the above categorized questions in this study.

Key words : Classification for Student Question, Contradiction, No Connection, Recall, Reframe, Application, Extension, Chemical change, Elements

I. 연구 동기 및 필요성

학습에서 학생들의 역할을 강조한 구성주의의 관점에서 보면, 교사는 수업을 계획하거나 다음 단계를 가르치기 전에 학생들이 이미 가지고 있는 생각이나 이해의 본질과 정도에 대해 고려해야 한다(Scott et

al., 1994). 그러나 일반적인 수업 상황이 시간 내에 소화해야 할 내용을 교수하기에 급급한 분위기가기 때문에, 개별 학생 모두를 교사가 살펴보는 데 시간을 할애하는 것은 쉬운 일이 아니다. 핀레이(Finley, 1985)는 교사들이 학생들의 선개념에 대해 체계적으로 조사할 시간이 없으며, 자신이 가르치는 주제에

* 1998년 11월 6일 받음.

관해 학생들 공통의 선개념이나 학생 개개인의 특수한 선개념(개념 편차)을 알지 못한다고 지적하였다. 또한 이러한 것이 조사될 경우, 교수 과정에서 유용하게 이용될 수 있음을 밝혔다.

교수-학습 과정에서 학생의 생각이나 이해 수준에 대한 정보를 얻을 수 있다면, 이는 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 매스킬과 드 지저스(Maskill & de Jesus, 1997)는 그 대안으로서 학생 질문을 제시하고 있다. 학생 질문은 학생이 알고자 하는 것에 대한 좋은 안내자 역할을 하며(Elstgeest, 1985), 학생 질문은 그들의 내면 세계를 들여다 볼 수 있는 통찰력을 제공할 뿐만 아니라, 학생의 논리에 관한 상당한 정보를 교사에게 제공한다(Donaldson, 1978).

이러한 중요성에 따라 학생 질문에 대한 분석 연구(Alfke, 1974; 1975; Allison & Shrigley, 1986; Dillon, 1986; Maskill & de Jesus, 1997)가 이루어졌지만 체계적인 분석이 이루어진 것은 거의 없는 실정이다. 딜런(Dillon, 1986)은 학생 질문이 학습에서 차지하는 중요성에 비추어 그 내용에 대한 연구는 거의 이루어진 것이 없다고 밝히고 있다.

학생 질문은 교과 내용에 대해서 학생들이 무엇을 생각하고 있는지 알려주는 구실을 하며, 그 내용을 자신이 알고 있는 다른 사실과 어떻게 연관시키려 하고 있는지에 대해서 알려 준다. 또한 질문은 학생들의 이해 정도에 대한 많은 것을 알려 준다. 수업을 진행하면서 학생 질문을 수집하고, 이를 분류·분석하는 것은 학생들의 개념 이해 수준뿐만 아니라, 학습 내용의 적합성, 보완이 요구되는 측면 등 교수-학습에 대한 중요한 정보를 제공해 줄 것이다. 학생 질문이 교수-학습에서 학생들의 개념 이해도와 성취도에 효과가 있다는 선행 연구(김성근 외, 1999)가 있으나, 학생 질문의 내용을 분석하고 이를 통해 체계적인 정보를 얻는 것도 교수-학습의 효과에 못지 않은 중요한 의미를 가질 것이다.

본 연구에서는 교수-학습 도중 학생들이 제기한 질문을 수집하고, 그 내용을 분석하였다. 본 연구의 구체적 목적을 제시하면 다음과 같다.

- 1) 학생 질문의 유형별 특징을 분석한다.
- 2) 학생 질문을 통하여 교수 방법, 교수 내용 등에

관해 얻을 수 있는 정보를 조사한다.

Ⅱ. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 서울 시내에 소재한 여자 중학교 2학년 2개 학급 학생 75명을 대상으로 하여 진행하였다.

2. 수업의 실시

본 연구는 중학교 2학년 과학 교육 과정에서 '화학 변화와 원소' 단원을 학습하는 3월초에서 4월초까지 총 12차시에 걸쳐 실시하였다. 수업을 실시하기 전, 학생들에게 질문의 중요성에 대한 간단한 오리엔테이션을 실시하였고, 매 시간마다 학생들에게 질문을 적어 낼 수 있도록 질문지를 나누어주었다. 수업의 진행 도중 교사는 시범 실험이 끝날 때나 설명을 마칠 때, 약 1분 정도의 질문을 정리할 시간을 주었으며, 수업이 끝나기 전 약 5분 동안 교수-학습 내용에 대한 복습이 이루어지도록 활동지를 작성하게 하였다. 학생들은 대부분의 질문을 활동지를 작성하는 동안 정리하였으며, 수업의 종료와 동시에 질문지는 교사가 수합하였다.

질문은 교사가 수합하여 학생에게 송환하였다. 송환 과정은 두 가지 방식으로 이루어졌는데, 개별 학생에 대한 송환과 전체 학생에 대한 송환으로 구분하였다. 개별 학생에 대한 송환은 학생 질문에 대한 200자 내외의 간단한 답을 교사가 적어 차시 전 아침 자습 시간에 전달하였다. 전체 학생에 대한 송환은 차시 수업 시작 부분에 전체 질문 중 학생들의 대안 개념, 문제 해결력, 용어 이해 등에서 핵심적인 내용이 발견된 것을 골라 3분 정도 설명을 하였다. 이러한 송환 과정은 학생들이 질문을 지속하도록 하는데 도움을 주었다.

3. 분석 방법

본 연구에서는 선행 연구에서 조사된 질문에 대한

분석을 참고하여 학생 질문에 대한 분류 기준을 마련, 유형별로 분류하였다.

알프케(Alfke, 1975)는 학생들의 질문을 조작적 질문과 비조작적 질문으로 구분할 수 있음을 밝혔다. 그는 조작적 질문에 대해 "학습자가 질문해야 하는 것, 학습자에게 유의미한 것, 장차 학습자에게 생산적으로 작용할 수 있는 것"으로 정의했다. 알프케는 조작적 질문을 다음과 같이 여러 설명 변인을 '제거', '치환', '증가'시키는 방법으로 사용할 수 있다고 하였다. 그는 그 예를 다음과 같이 들었다.

- 1) 만약 물이 담긴 팬은 가열하지 않더라도, 물은 종이 타올 조각을 따라 멀리 올라갈 수 있는가? (변인의 제거)
- 2) 물은 신문지 조각과 종이 타올 중에서 어느 것이 더 멀리 올라갈까? (변인의 치환)
- 3) 넓은 종이 타올 조각과 좁은 종이 타올 조각 중 물은 어느 것이 더 멀리 올라갈까? (변인의 증가)

또한 알프케는 비조작적 질문의 예로서 다음과 같은 것을 들었다.

- 1) 무엇이 물을 종이 타올을 따라 올라가게 하는가요?
- 2) 흡수 작용이란 무엇인가요?
- 3) 물은 왜 종이 타올을 어둡게 만드나요?

이러한 비조작적 질문은 조작적 질문과는 달리 학생들이 1차 증거를 통해 쉽게 확인할 수 없는 것으로서, 대개 백과 사전이나 교사의 설명을 통해 확인할 수 있는 것이다. 알프케(Alfke, 1974)는, 학생들이 하는 질문 중 대부분은 아주 어렵고 이론적이거나 복잡한 설명을 요구하는 것으로서 실제 학생들은 그 답을 듣거나 읽더라도 이해할 만한 관련 경험을 가지고 있지 않으며, 그 질문은 개념적 의미가 거의 없는 것으로 결론 내렸다. 그는 이러한 질문을 비조작적 질문으로 정의 내리고, 이에 반해 증거 관찰에 의한 것이나, 개념적 이해를 한 기반 위에서의 구체적인 질문을 조작적 질문으로 정의 내렸다.

매스킬과 드 지저스(Maskill & de Jesus, 1997)

등은 학생 질문 속에 학생들의 흥미, 호기심, 궁금증, 어려움 등 교실 학습의 몇몇 측면이 반영된다고 하였다. 또한 화이트와 건스톤(White & Gunstone, 1992)은 베어드와 미첼(Baird & Mitchell, 1986)의 PEEL 연구 결과를 토대로 학생 질문이 수업에서 제시한 내용에 대한 학생의 생각, 학생이 알고 있는 다른 사실과의 연관, 그리고 확장하려고 하는 것에 대해 지시해 주는 역할을 한다고 주장하였다. 또한 화이트와 건스톤은 학생 질문에 대한 서술에서 회상(Recall), 재구성(Reframe), 적용(Application), 확장(Extension) 등의 개념을 사용하였다. 화이트와 건스톤은 학생들의 질문을 사실적 질문과 사변적 질문으로 구분할 수 있다고 밝히고, 많은 이해를 하고 있는 학생일수록 사변적 질문을 많이 한다고 밝히고 있다. 그러므로 단선적 이해를 하는 학생들은 단지 회상적인 수준의 질문을 하게 된다고 하였다. 또한 특별한 형태의 질문, 혼란스러운 부분에 대한 질문은 학생들의 사고를 재구성하게 하고, 그들의 생각을 확장, 연관시키게 되며 이는 개념 이해의 측면을 드러내 주게 된다고 밝혔다.

본 연구에서는 수집된 학생들의 질문을 분석하기 위한 틀로서 화이트와 건스톤(White & Gunstone, 1992)이 학생 질문을 서술하는데 사용한 회상-재구성-적용-확장의 네 범주와 본 연구자가 추가로 도입한 모순, 무관련의 두 범주를 사용하였다. 이들 범주를 학생 질문을 분석하기 위한 틀로 사용하기 위하여 1,108개의 학생 질문을 분석하는 과정에서 각 범주에 대한 규정을 새롭게 정하였다.

회상(Recall)의 수준은 학습의 내용에 대한 개념 습득이 이루어지지 않은 상태로서 학습한 내용에 대한 재설명을 요구하는 것이다.

재구성(Reframe)의 수준은 초보적인 개념 학습이 이루어진 상태이나 아직 불완전하게 습득된 상태로서 학습 내용의 단순한 적용, 추가적인 설명 요구, 학습 내용에 대한 다른 사례 제시 요구, 용어에 대한 의문 등을 포함시켰다.

적용(Application)의 수준은 개념 학습이 어느 정도 이루어진 상태에서 개념에 대한 구체적인 적용을 포함시켰다. 또한 일상 생활에서의 구체적 사례 적용

에 대한 확인, 자신의 생각과의 불일치 내용, 대안적 모델에 대한 제시 등을 모두 포함시켰다.

확장(Extension)의 수준은 현재의 개념 학습 과정에서 발생하는 추가적인 개념에 대한 의문, 상위 개념에 대한 의문 등을 포함시켰다. 기타 학생들에게는 직접 학습과는 관련이 없는 질문을 무관련(No Connection)으로 분류하였으며, 질문 자체가 모순적인 것은 모순(Contradiction)으로 분류하였다. 선행 연구에 따르면 학생들은 개념이해가 되지 않는 경우, 질문이 모순적일 경우가 많다고 하였다(Dillon, 1986). 모순의 대표적인 예는 "선생님은 어제 부인과 다투었나요?"(결혼하지 않은 교사에 대해) 같은 것이다.

선행 연구의 분석 기준을 종합, 본 연구에서 마련한 분석틀은 Table 1과 같다.

수집된 학생 질문의 분류에 있어 연구자 주관에 의

한 편향을 줄이기 위하여 무선 표집한 학생의 질문에 대하여 연구자 외 1인의 전문가와 분석의 일치도를 확인하였다. 일치도를 확인할 전문가로 동일한 시기 동일한 수업을 진행하여 교과 맥락적 이해가 충분한 교사 1인을 택하였다. 먼저 한 학생의 질문에 대해 유형 분석을 실시한 후, 토론을 거쳐 무선 표집한 학생 10명의 12차시분 질문에 대한 유형 분석을 실시하였다. 최종적인 분석자간 일치도(intercoder agreement)는 .90이었다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 전체 학생 질문의 분류 결과

실험 집단 2개반 총 75명의 학생들을 대상으로 12차시의 수업을 진행한 결과, 총 1,108개의 질문이 수합되었다. 또한 학생들은 매 시간마다 1인당 평균 1.23개의 질문을 하였다. 질문을 유형별로 보면 C(모순) 3.4%, N(무관련) 7.2%, Rc(회상) 23.2%, Rf(재구성) 39.5%, A(적용) 17.9%, E(확장) 8.8%였다(Fig. 1).

Table 1. Classification for students' questions

Category	Description of category
C (Contradiction)	▲False proposition
N (No Connection)	▲Irrelevant question to learning
Rc (Recall)	▲Questions repeating what were already explained
Rf (Reframe)	▲Simple confirming of learning
	▲Requiring other examples
	▲Additional explanations or glossary explanations
A (Application)	▲Simple applications or generalization
	▲Practical application to other conditions
	▲Requiring explanations for other concrete facts.
E (Extension)	▲Requiring concrete explanations for the facts outof experience.
	▲Suggestion of alternatives and/or concrete facts.
	▲Questions for higher and/or other concepts

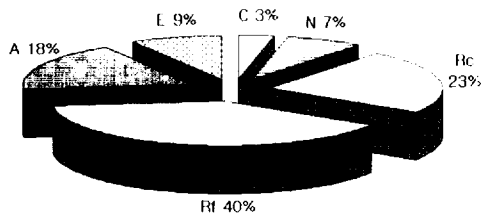


Fig. 1 The percentage of the patterns of students' questions

학생들의 질문 속에는 다음과 같이 그간 연구된 대안 개념이 반영되어 나타났다.

- 화학 변화와 화합물은 비슷한 것인가요?
- 비누는 화합물이라고 하셨는데요. 비누는 어떤 홑원소 물질이 섞인 것이지요?

- 화합물은 성분 원소가 일정한 비율로 결합되어 있다고 했는데요, 화합물 중 예를 들어 산화철에서 철을 산소보다 적게 넣더라도 비율은 5 : 2 인가요? (화합물이 만들어지는 과정을 혼합의 개념으로 생각)
- 화합물은 그 나중의 한가지 성분이고, 혼합물은 ...와 ...가 섞인 나중의 것이고, 화학적 변화는 혼합물이 되기 위한 그 과정인가요?
- 산소는 보이지 않는 것인데 강철속에 붙으면 왜 무거워지는가?

선행 연구에서 그간 연구된 대안 개념에 대해 밝힌 것처럼, 학생 질문 속에는 '화학 변화를 상태 변화와 같은 물리 변화와 혼동', '화학 변화는 모두 비가역적이고, 물리변화는 모두 가역적인 것으로 생각', '산소와 같이 보이지 않는 것에 대한 무시' 등의 내용이 드러났다. 예를 들면, 화학 변화에 대해서 학생들은 '섞인다'와 '화학 변화'를 혼동하였고, 변화와 상태에 대한 혼동도 있었다. 또한 보이지 않는 것에 대한 무시, 분리와 분해에 대한 혼동도 있었다.

학생 질문은 교수 방법, 교수 내용에 대한 중요한 정보를 제공해 주었다. 모순 수준의 질문은 학생들이 교수 내용에 대해 거의 이해하지 못하고 있다는 것을 보여주며, 회상 수준의 질문은 반복해서 교수할 필요가 있다는 것을 보여준다. 학습 단원별로 볼 때, 학생들은 일정성분비의 법칙 단원에서 회상 수준의 질문을 많이 하였다. 이는 이 단원의 내용에 대한 이해가 쉽지 않다는 것을 보여주며, 교수-학습의 방법에 있어 반복 학습이 요구된다는 것을 보여준다.

재구성 수준의 질문은 용어에 대한 설명이나 추가적인 사례의 제시, 부가 설명 등 학습 내용이 보다 다채롭고 풍부하게 구성될 필요성을 지적해 주는 것이다.

적용 수준의 질문은 현실 적용에서의 모순 인식 등 학생들의 인지 갈등을 유발시킨 부분이므로 토론 등의 교수-학습 방법의 도입, 교사-학생의 상호작용이 요구된다고 하겠다.

확장 수준의 질문은 학생들에게 타개념, 또는 상위 개념의 도입이 필요한 것으로 교과 과정의 수정이나

보완, 타개념과의 연계 등이 요구되는 부분이라고 하겠다. 학습 단원으로 볼 때, 확장 수준의 질문은 전기 분해 단원의 교수-학습 과정에서 많은 비율을 차지하였는데, 이는 이 단원을 학습하는데 이온 등에 대한 상위 개념의 학습이 요구되며, 교수 내용이 조정될 필요가 있다는 것을 보여준다.

학생 질문 중 가장 많은 비중(약40%)을 차지한 것은 재구성 수준의 질문이었다. 즉, 재구성 수준의 질문은 초보적인 개념 학습이 이루어진 상태이나 아직 불완전하게 습득된 상태를 보여주는 것으로서, 학습 내용의 단순한 적용, 추가적인 설명 요구, 학습 내용에 대한 다른 사례 제시 요구, 용어에 대한 의문 등을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다. 이러한 것은 학습 내용이나 교재가 보다 풍부한 내용으로 제공되어야 할 필요가 있다는 것을 보여준다.

2 학생 질문의 유형별 분석

전체 질문 1,108개의 유형을 각 수업 차시별로 세분류한 결과는 Table 2와 같다.

1) 모순

학생 질문 중 모순에 해당하는 질문은 학생들의 개념 형성이 제대로 되지 않았음을 반영한다. 딜런(Dillon, 1986)은 학생 질문에 대해 명제의 참과 거짓을 구분하고, 학생 질문의 명제가 참이면 질문도 타당한 것이고, 학생 질문의 명제가 거짓이면, 교사는 학생의 질문을 수정하고, 이를 제거시키기 위해 노력해야 한다고 밝혔다. 딜런은 또한 학생 질문은 학생이 주장하는 명제를 제시하며, 학생 질문 속의 주제를 통해 학생의 지식 상태를 알 수 있다고 밝혔다. 따라서 모순 수준의 질문은 아예 개념 형성이 되지 않았으며, 학습할 개념이 뜻하고 있는 바에 대해서도 명확히 인식하지 못한다고 볼 수 있다. 본 연구에서 학생 질문 중 모순 수준의 질문은 전체 질문의 약 3%에 달했으며, 대표적인 질문의 예는 다음과 같다.

- 철과 황을 섞은 것에 묶은 황산을 넣으면 황화수소를 발생하는데, 그 이유는 무엇인가?

Table 2. Distribution of the patterns of the students' questions in each topic

Class hours	Topics	Category						Total
		C	N	Rc	Rf	A	E	
1	Classification of matters	1	4	27	48	21	6	107
2	Mixtures, Compounds	7	4	18	43	31	4	107
3	Combustion of the candle	3	8	25	33	19	16	104
4	Combustion of the steelwool	3	9	22	51	15	3	103
5	Decomposition I	4	5	25	26	13	3	76
6	Decomposition II	3	4	14	27	9	18	75
7	Conservation of mass	4	12	15	43	9	6	89
8	Definite proportions I	1	9	23	32	19	4	88
9	Definite proportions II	2	3	35	19	16	8	83
10	Definite proportions III	4	3	23	34	13	17	94
11	Elements I	3	10	15	47	14	3	92
12	Elements II	3	9	15	35	19	9	90
	Total	38	80	257	438	198	97	1,108
	Percentage	3.4	7.2	23.2	39.5	17.9	8.8	100

- 양초를 태우지 않고 녹이는 것은 왜 화학 반응입니까?
- 수소에는 이산화탄소가 섞여있어요?

2) 무관련

학생들의 전체 질문 중 약 7%가 무관련 수준이었다. 이들 질문은 “원소 기호는 모두 외워야 하나요?”와 같은 학습 내용과 직접 관련이 없는 것이 대부분이었다. 그러나 무관련으로 분류된 질문 중에는 학습과는 직접 관련이 없지만 학생들의 일상 생활상의 의문이나 학습과정에서 파생된 여러 가지 의문들도 많이 반영되어 있었다. 무관련에 해당하는 질문의 예는 다음과 같다.

- 화학식 기호는 외워야 하나요?
- 이온 음료의 어떤 성분이 갈증을 막아주나요?
- 물에는 산소가 있는데 왜 사람은 그 속에서 숨을 쉬지 못할까요?
- 담배를 피는 사람보다 담배 연기를 마시는 사람의 몸이 왜 더 나쁘죠?
- 합성 색소와 천연 색소는 어떤 것이 나쁜지요?

3) 회상

학생들의 전체 질문 중 약 23%에 달하는 학생들이 회상 수준의 질문을 하였다. 이들 질문은 대부분 교사가 수업 중 설명한 내용에 대해 재설명을 요구하거나, 설명한 개념이 이해가 되지 않음을 호소한 내용이었다. 연구자는 ‘이해가 잘 되지 않는다’, ‘...을 다시 설명해 달라’는 것 이외에 교사가 설명한 내용을 반복 질문하는 것을 회상의 수준으로 분류하였다. 이들 질문은 반복 교수-학습이 요구되는 수준을 의미한다. 연구자가 분류한 회상 수준의 학생 질문의 예를 들면 다음과 같다.

- 수소에 불을 붙이면 ‘핑’하고 터지면서 물이 생긴다는데 왜 그런가요?
- 열분해 반응이 잘 이해가 되지 않습니다.
- 물리 변화와 화학 변화의 차이가 잘 이해가 안돼요.
- 계산할 때의 과정을 잘 모르겠어요.

4) 재구성

학생들은 교수-학습 도중 교사의 설명에 대한 추가적인 설명을 요구하였으며, 특히 교사가 사용한 사례 이외의 추가 사례를 많이 요구하였다. 또한 학습한 내용이 다른 사례에도 일반적으로 적용되는 지에

대해서도 궁금해하였다. 학생들은 교수-학습 과정에서 용어, 물질의 성질에 대해서도 의문을 자주 제기하였다. 이러한 재구성 수준의 수준은 학생들의 개념 이해에 있어서 교사의 개념을 학생 자신의 개념으로 변화시키는 과정을 나타낸다고 생각되며, 학생들은 이를 위해 사례나 추가 설명, 용어에 대한 확인을 요구하고 있다고 보여진다. 가장 많은 질문이 재구성 수준의 질문으로 나타난 것은 사례 제시나 용어 설명 등 교수-학습 자료의 구체화, 풍부화가 요구되고 있다는 것을 보여준다. 즉, 현재의 교수-학습이 보다 다양한 참고 자료와 설명, 보충 설명으로 보완될 필요성을 지적하는 것이다.

학생 질문 중 재구성의 예는 다음과 같다. 사례에서 보는 바와 같이 재구성 수준의 질문은 학생들의 개념 이해가 부분적으로 이루어져 있음을 보여준다.



- 수소와 황화수소는 서로 성질이 각각 다르나요?
- 양초의 성분은 탄소, 수소인가요? 아니면 물. 이산화탄소인가요?
- 양초의 성분 물질을 모두 써 주세요. 얼마 탄소와 수소만 있겠어요?
- 석회수와 이산화탄소를 섞었을 때, 뿌렇게 된 물질은 무엇인가?
- 전기 분해를 할 수 없는 물질은 무엇 때문인가?
- 염화코발트 종이는 어떤 원자로 이루어져 있길래 물에 반응하는 것인가요?
- 반응 전과 후의 질량은 언제나 똑 같은가?
- 항상 침전과 기체를 남기면서 화학 변화를 하나요?
- 어느 물질이든지 가열을 하게되면 처음의 물질의 무게보다 더 무거워지나요?
- 질량 보존의 법칙 실험에서 수산화바륨이 뭐예요?
- 일정 성분비의 법칙이 성립하지 않는 것은 혼합물이에요?
- 반응을 하고 남은 양은 어떻게 되나요?
- 활동지에 철 20g과 황 8g이 반응하면 황화철 몇 g이 만들어지는가? 라는 문제 있잖아요. 이런 거 비슷한 다른 문제로 예를 들어 설명해 주세요.

5) 적용

학생 질문 중 적용 수준의 경우, 2차시 '철과 황의 혼합물과 화합물' 학습에서 평균보다 많은 질문이 쏟아졌다. 이것은 1차시 물리 변화와 화학 변화의 설명에 이어 2차시가 이어졌기 때문에 학생들의 활발한 질문이 진행되었음을 알 수 있다.

적용 수준의 질문은 학생들이 학습 도중 느끼는 인지 갈등이나 구체적 현상에 대한 관찰 사실을 나타내는 것이 많았다. 이러한 적용 수준의 예는 여러 가지 형태로 나타났다.

학생들의 질문 속에는 실험 과정에서 자신의 관찰과 관련한 질문이 많이 나왔다. 이것은 교사가 시범 실험을 할 때 보다 축적되었는데, 매스킬과 드 지저스(Maskill & de Jesus, 1997)가 연구한 결과와 일치하는 부분이다. 학생들의 질문 중 관찰과 관련된 것은 다음 예와 같다.

- 철과 황을 섞은 후 가열시켜 화합물을 만들 때, 시험관에 노란 연기 같은 것이 벽에 붙어 있는데 그것이 뭐예요?
- 아까 선생님께서 실험하실 때(가열할 때)... 분자가 분해되어 원자가 될 때, 원자들이 뜨거워서 달라붙었는데... 그럼 또 분자가 되나요? (철과 황의 가열 실험을 보고)
- 타고 있던 양초를 끄면 연기와 냄새가 나는데 냄새와 연기에도 탄소와 수소가 성분으로 이루고 있는지요?
- 과산화수소와 이산화망간을 섞으면 하얀 정체 불명의 연기가 나오는데 그 연기에는 어떤 성분이 있는지?
- 제가 분광기로 형광등을 보았을 때 스펙트럼이  모양이었는데, 선생님 설명의 그림에서는  모양이었잖아요. 빨간색은 물체 쪽인가요, 눈 쪽인가요?

학생들은 교수-학습 과정에서 많은 개념적 갈등이나 개념 적용에 대한 궁금증을 가지고 있는 듯 하였다. 그들은 질문 속에서 이러한 것을 솔직하게 표현하였다. 학생들의 개념 갈등이나 의문은 여러 가지로

나타났다. 그것은 다른 변인으로 조작되면 어떻게 되는지에 대한 의문. 자신의 경험과 다른 부분에서 오는 혼란. 학습한 개념을 일반화시키는 과정에서 해결되지 않은 혼란 등이 제시되었다. 이러한 질문은 재구성과는 다른 것으로서, 구체적 예를 제시하면서 자신의 견해를 주장하거나, 혼란스러운 부분에 대한 제시가 되어 있다.

다른 변인으로 치환하는 경우에 대한 의문을 질문한 예는 다음과 같다.

- 철가루와 황가루의 혼합물을 가열하지 않고 열리면 어떻게 되나요?
- 물질의 구성 중 혼합물은 섞는 비율이 임의로 바꿀 수 있다고 해서 일정 성분비의 법칙이 성립되지 않는다고 했는데, 그럼 비율을 정확하게 바꾸면 일정 성분비의 법칙이 성립하나요?
- 화학적 변화에는 물질만 변화 않아요? 상태는 어떻게 되나요?

자신의 경험과의 모순으로부터 연유된 질문의 예는 다음과 같다.

- 저는 황화철이 자석에 반응할 것이라 생각하는데 황화철이 자석에 반응하지 않는 이유는 무엇이에요?
- 연필이나 분필, 볼펜 등으로 종이 같은 것에 적습니다. 그러면 잉크나 심은 줄어들면서 써지는데 그것도 화학 변화인가요? 그리고 연필이나 분필로 썼다가 다시 지우게 되면 그건 물리 변화예요?
- 산화철은 철5, 산소2라고 하셨는데 물은 산소8, 수소1인 이유가 뭐예요? 산소는 모두 다 질량이 같다고 하셨는데..
- 공기 중에는 많은 물질이 있는데 왜 양초의 수소와 탄소는 산소와만 결합하나요?
- 요오드화칼륨 수용액과 질산납 수용액은 서로 1:1 부피비라고 합니다. 그럼 요오드화칼륨 수용액과 질산납 수용액의 %는 무조건 10%이어야 하나요? 일정성분비는 질량비를 가지고 따지는데

왜 이 실험에서는 부피비로 따지나요?

그리고 학습한 개념을 일반화시키는 과정에서 해결되지 않는 혼란에 의한 질문의 예는 다음과 같다.

- 이번 실험에서 황가루와 철가루를 이용하였는데 다른 물질을 이용하여도 '혼합한다'고 되어있으면 무조건 혼합물이고, '가열한다'로 되어있으면 무조건 화합물인가요?
- 가열하는 것이 화학 변화인가요?
- 이산화탄소는 불을 끌 때 많이 사용된다고 하셨습니다. 그럼 병 속에서의 알코올 연소 중 불이 꺼지는 이유가 산소가 없어서 꺼지는지, 이산화탄소 때문인지 알고 싶어요.
- 수소는 기체이고 알루미늄은 고체인데, 원소 제각각 그 상태(고체, 액체, 기체)가 고정되어 있나요?

이와 같은 학생들의 개념 이해 과정에서의 혼란은 피아제가 말한 불평형에 해당하는 것이며, 모두 적용 단계로 분류되었다.

6) 확장

확장의 경우, 3차시의 양초의 연소, 6차시의 전기 분해, 10차시의 일정 성분비의 법칙Ⅲ에서 평균보다 월등히 높은 비율의 질문이 드러났다. 학생 질문 중 확장 단계의 것으로는 주로 원소와 원자의 차이, 분자식, 화학 반응식, 이온 등에 대한 질문이었다. 이것은 연소, 전기 분해, 일정 성분비의 법칙Ⅲ(요오드화납의 앙금 생성 반응)을 교수-학습할 때, 학생들에게 생기는 개념 이해의 어려움을 반영하고 있다. 특히 학생들은 전기 분해 반응을 학습할 때, 이온, 이온과 전기, 이온의 이동 원리 등에 대한 질문을 많이 하였다. 학생들이 가진 의문 중에는 수소 기체와 산소 기체가 왜 (-)극과 (+)극에 모이는데에 대한 것이 많았고, 특히 교과서의 연구 문제 중 '바닷물을 전기 분해하면 무엇이 나오는가'에 대한 문제 풀이 과정에서 그 의문은 증폭되었다.

학생들이 확장의 예로 질문한 것을 몇 가지 들어보

면 다음과 같다.

- 물(H₂O)은 산소가 1개이고, 이산화탄소(CO₂)와 이산화황(SO₂)은 산소가 2개씩인데 이런 것은 어떤 규칙이 있어요?
- 산소하고 철하고 결합하면 산화철이 되는데, 황하고 산소하고 결합하면 왜 산화황이 아니고 이산화황인가요?
- 양초의 불은 왜 부분마다 색깔이 다르죠? 왜 푸른빛과 붉은빛이 날까요?
- 양초에는 수소 원소가 들어있는데, 원소와 원자는 무엇이 다르죠? 또 분자와 원자, 원소는 무엇이 다르죠?
- 이온이 원자인지 알고 싶습니다. (+)이온, (-)이온을 어떻게 구분하나요?
- 물을 전기 분해할 때, 왜 묽은 황산이나 수산화나트륨 같은 전해질을 넣어야 전기가 통하나요?
- 원자는 어떤 방법으로 전기를 띠게 되나요? 일상 생활에서의 전기도 꼭 이온이 다가가서 생기나요?

IV. 결론 및 제언

4주간 진행된 12차시의 수업 중 연구에 참여한 75명의 학생들은 1,108개의 질문을 질문지에 적어 내었다.

학생들은 매시간 1인당 평균 1.23개의 질문을 하였다. 학생 질문의 내용은 교수-학습 내용과 무관한 것부터 학생들의 개념갈등을 드러내는 내용까지 다양하게 분포하였다. 학생들의 질문을 유형별로 분석한 결과 재구성 수준의 질문이 40%를 차지해 가장 많았고, 사변적 질문(thinking question)에 속하는 적용과 확장 수준의 질문은 전체의 27%에 달했다. 또한 학습 내용과 직접 관련이 없는 무관련 수준이나 질문 자체의 명제가 성립되지 않는 모순 수준의 질문은 각각 7%와 3%를 차지했다. 학습 내용에 대한 재설명을 요구하는 회상 수준의 질문은 전체의 23%였다.

교사는 학생들의 질문을 통해서 모순-무관련-회상-재구성-적용-확장 수준의 정보를 얻게 되었으며,

이는 자신의 교수 내용에 대한 중요한 자료의 가치를 지닌 것이었다. 따라서 본 연구는 학생 질문이 학생들의 학습을 촉진시킬 뿐만 아니라 교사에게 차후 수업에 적용할 수 있는 교수-학습 수준의 중요한 정보를 제공한다는 것을 보여주었다. 특히 학생들은 재구성 수준의 질문을 가장 많이 함으로써 참고 자료나 보충 설명, 용어에 대한 해설 등을 교수-학습 내용에 보완해야 함을 보여주었다. 이러한 정보는 교사가 학생 질문의 분석을 통해 스스로의 교수법을 조정하는 것이 가능함을 시사한다. 차후 연구에서는 학생 질문에 대한 보다 체계적인 내용 연구를 통해 교수 방법이나 교재의 내용을 수정, 보완할 수 있는 구체적인 방안이 밝혀질 수 있었으면 한다.

적 요

본 연구는 서울 시내 여자 중학교 2학년 2개 반 75명의 학생을 대상으로 '화학 변화와 원소' 단원에 대하여 4주간 12차시 동안 실시되었다. 학생들은 12차시의 수업 처치 중 총 1,108개의 질문을 서면으로 적어 내었으며, 모든 질문은 6개의 범주로 분류되었다. 분석 결과, 학습 내용과 직접 관련이 없는 '무관련' 수준의 질문은 7%, 질문 자체의 명제가 성립되지 않는 '모순' 수준의 질문은 3%였다. 교수 내용에 대한 반복 설명을 요구하는 '회상' 수준의 질문은 전체의 23%를 차지하였으며, 사례 제시를 요구하거나, 학습 내용의 단순 적용, 용어 등에 대한 추가 설명을 요구하는 '재구성' 수준의 질문이 전체의 40%를 차지해 가장 높은 비율을 나타냈다. 또한 학습 내용에 대한 응용 및 적용, 자신의 생각과의 이견 등을 나타낸 '적용' 수준의 질문은 18%, 상위 개념이나 타 개념 등의 확장된 개념적 질문을 포함하는 '확장' 수준의 질문은 전체의 9%를 차지하였다. 본 연구에서는 학생 질문의 유형별 특성에 대한 교육적 함의에 대해 논의하였다.

참 고 문 헌

김성근, 여상인, 우규환(1999). 과학 수업에서의 학

- 생 질문에 대한 연구(Ⅰ) 한국과학교육학회지, 19(3), 377-388.
- Alfke, D. (1974). Asking operational questions. *Science and Children*, 11, 18-19.
- Alfke, D. (1975). Strips and liquids. *ITV Handbook for Teachers-Science for the Seventies*. Harrisberg, PA: Pennsylvania Department of Education.
- Allison, A. W., & Shrigley, R. L. (1986). Teaching children to ask operational questions in science. *Science Education*, 70(1), 73-80.
- Baird, J. R., & Mitchell, I. J. (1986). *Improving the Quality of Teaching and Learning: An Australian Case-Study - The Peel Project*. Melbourne: Monash University.
- Dillon, J. T. (1986). Student questions and Individual learning. *Educational Theory*, 36(4), 333-341.
- Donaldson, M. (1978). *Children's Minds*. London: Fontana, Collins.
- Elstgeest, J. (1985). The right question at the right time. In W. Harlen (Ed.), *Primary Science: Taking the Plunge* (pp. 36-46). London: Heinemann.
- Finley, F. N. (1985). Variations in Prior Knowledge. *Science Education*, 69(5), 697-705.
- Maskill, R., & de Jesus, H. P. (1997). Pupils' questions, alternative frameworks and the design of science teaching. *International Journal of Science Education*, 19(7), 781-799.
- Scott, P., Asoko, H., Driver, R., & Emberton, J. (1994). Working from childrens idea: planning and teaching a chemistry topic from a constructivist perspective. In P. Fensham, R. Gunstone & R. White (Eds.), *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning* (pp. 201-220). London: Falmer.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding* (pp. 158-176). The Falmer Press.