

물질의 입자성 학습에서 반성적 사고를 촉진시키는 새로운 입자모델 교수전략의 효과 -초등학교 예비교사를 대상으로-

金 都 旭
공주교육대학교 과학교육과
(2000. 2. 14 접수)

A Study on the Effect of the New Teaching Strategy Facilitating Reflective Thinking in the Learning of the Particulate Nature of Matter

Do Wook Kim

Department of Science Education, Kongju National University of Education, Kongju 314-711, Korea
(Received February 14, 2000)

요 약. 본 연구에서는 전통적인 입자모델 교수 전략의 문제점을 분석하여, 잘 변화하지 않는 학습자의 신념체계인 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시킬 수 있는 새로운 입자모델 교수 전략으로 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략을 고안하였다. 고안된 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략을 초등학교 예비교사를 대상으로 치치한 후, 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략의 효과를 전통적인 입자모델 교수전략과 비교 분석하였다. 전통적인 입자모델 교수전략의 문제점으로는 1) 입자모델을 실제물과 연결시켜 생각하지 못하는 문제점, 2) 입자모델을 학습할 때 무조건 암기하는 학습전략을 사용하는 경향이 높은점, 3) 입자모델을 수없이 학습한 후에도 연속적 물질관을 입자적 물질관으로 변화시키지 못하는 학생의 비율이 매우 높은점, 4) 물질을 학습할 때 과학적 상황으로 학습하므로 물질에 대한 사고가 과학적 상황에 제한되어 있어 일상적 상황으로 연관시키지 못하는 문제점 등이 있다. 전통적인 과학적 상황의 입자모델 교수전략과 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델 교수전략의 효과를 비교한 결과 일상적 상황의 입자모델 교수전략이 개념이해 측면, 흥미 측면, 입자적 물질관 형성 정도, 기억 측면에서 더 효과적인 것으로 나타났다. 본 연구결과로부터 얻을 수 있는 과학교육에의 중요한 시사점은 일상적 상황의 입자모델 교수전략 방법이 과학을 과학적 상황(실험실 상황)에서만 국한되어 사고하는 것이 아니라, 학교 과학 수업시간에 학습한 과학을 일상 상황과 연관시켜 사고할 수 있도록 해 준다는 것이다.

ABSTRACT. The purpose of this study was to design the new teaching strategy based on the particulate model facilitating the reflective thinking (RE-PM) in the learning of the particulate nature of matter, and to investigate the effect of the new teaching strategy in compare with the traditional teaching strategy (TS-PM) after treating with new teaching strategy on preliminary teachers of elementary school. The problems of traditional teaching strategy are as follows: 1) Most of students didn't think the particulate model connected with practical material. 2) Most of students have a tendency of the rote memory on learning of the traditional particulate model. 3) The ratio of changing the view of continuous matter into the view of particulate nature of matter was very low, after learning the particulate model using of the traditional teaching strategy. The new teaching strategy facilitating the reflective thinking was more effective on the understanding of particulate nature of matter and the driving of motivation than the traditional teaching strategy in the learning of the particulate nature of matter.

서론

연구의 필요성 및 목적

화학 교수 학습에서 입자모델 교수 전략은 매우 중요하다. 화학 교과서에서 다루고 있는 화학 개념, 법칙, 이론들의 대부분은 우리가 실제로 경험할 수 있고, 눈으로 관찰할 수 있는 거시 세계에서 실험이나 관찰을 통해서 얻어진 실험결과들을 눈으로 직접 관찰할 수 없는 미시세계에서의 원자, 분자, 이온, 전자와 같은 입자에 의한 화학적 표현법으로 설명하고 있다. 예를 들면 화학 교과 내용 중 기체 분자 운동론은 기체 물질이 거시세계에서 보여주는 여러 가지 현상이나 실험결과(예: 기체의 부피와 온도 사이의 관계, 기체의 부피와 압력과의 관계 등)를 미시세계의 분자에 의한 화학적 표현법으로 설명한 이론으로서, 과학자의 창의력에 의해서 구성된 것이다. 화학 교과 내용의 대부분이 이러한 내용들이기 때문에 학생들 중 상당수는 그러한 설명을 잘 이해하지 못하는 경향이 있어 화학을 어려워하고 재미없어 하는 경향이 있다.¹

미시세계에서 다루어지는 입자들은 실제의 거시적 세계에서 다루어지는 것들과 비교해 보면 매우 작고, 무엇보다도 직접 경험하고 관찰할 수 없기 때문에, 많은 학생들이 미시세계에 대한 화학적 표현법과 실제 존재하는 현상 사이의 관계를 이해하지 못하는 경향이 있으며, 이러한 관계를 이해하지 못하는 경우 대부분의 학생들은 화학 지식을 학습할 때 원리를 이해하기보다는 부조건 기계적으로 암기하게 된다.

그러므로 미시세계의 입자에 의한 화학적 표현법과 같이 학습자가 직접 경험할 수 없는 추상적인 개념을 학습자에게 가르치기 위해서는 학습자가 시각적 상상력이나, 유추적 사고를 통해 그 추상적인 개념을 경험할 수 있도록 도와주어야 한다. 비유, 은유, 모델은 직접 경험할 수 없는 추상적인 개념을 학습자가 보다 쉽게 경험하고 이해할 수 있도록 도울 수 있는 방법으로, 과학 수업에서 비유, 은유, 모델의 사용에 대한 시비의 연구는 계속되어 왔다. 김도옥은 물개념의 학습을 유의미 학습으로 이끌기 위한 교수전략으로 비유를 선행조직자로 이용한 AASB수업모형을 고안하고 그 적용효과에 대해 자세히 보고한 바 있다.² 김도옥은 화학 교과 내용 중에서 입자 개념과 연관되는 내용들(예: 물개념)을 학습할 때 학습자가 보유하고 있는 물질관이 큰 영향을 미친다고 한 바 있다. 즉 물질관은 학

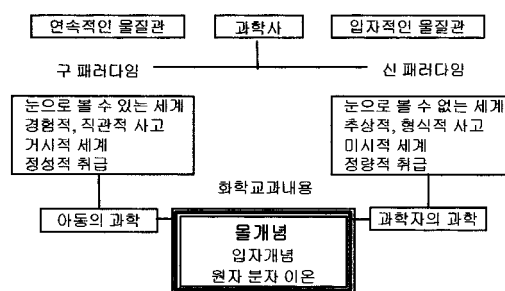


Fig. 1. 물질관의 과학사적 발달과정과 아동의 학습과정²⁾.

습자의 신념체제로서 관련되는 후속학습에 큰 영향을 미치므로 입자적인 물질관을 올바르게 갖지 못한 학습자는 물개념을 올바른 과학적 개념으로 학습하지 못한다. 따라서 화학 교과 내용 중에서 입자 개념과 연관되는 내용들을 올바르게 가르치기 위해서는 학습자의 물질관을 연속적인 물질관에 의해서 지배받는 구 패러다임에서 입자적인 물질관에 의해 지배받는 신패러다임으로 변화시키는 것이 꼭 필요하다. Fig. 1은 물질관의 과학사적 발달과정과 아동의 학습과정을 나타낸 것이다.

그런데, 학생들에게 입자적인 물질관을 가르치기 위하여 화학 교과서에서는 여러 가지 관찰, 실험 결과를 설명하는 입자모델을 많이 제시하고 있지만, 입자모델을 학습한 학생들을 대상으로 입자적 물질관을 형성하고 있는 학생에 대한 국내외의 조사결과들은 입자적 물질관을 형성하고 있는 학생의 비율이 매우 낮다는 것을 보고하고 있다.³ 김도옥은 입자개념에 관련된 선행연구들은 입자모델을 학습한 학생들이 새로운 현상을 해석하는데 입자모형을 사용하지 못하고, 물질을 연속적으로 보는 관점으로 되돌아간다는 것을 보고하고 있다.² 학생들이 수업전에 가지고 있는 연속적인 물질관은 학생의 직관적인 감각과 자연스럽게 부합하는 반면, 실제 수업은 학생들의 심리적 구조를 무시한 채 감각적으로 의미 있는 연속적 물질관을 버리고 감각적 지각과 반대되는 경우도 있는 입자모델을 받아들여야 하는 요구한 것이다. 과학 학습 전에 학생들이 보유하고 있는 연속적 물질관과 과학 수업시간에 학습하는 입자모델의 불일치는 상호작용을 통한 학습 후에 여러 가지 유형의 물질에 대한 오개념으로 나타나게 된다.

학분중심 교육과정이 도입된 이후 초, 중등, 대학교의 화학교육에서 분자 모델을 수없이 학습한 학생들 중 상당수가 연속적인 물질관을 그대로 보유하고 있는

것을 보여주는 연구결과들로부터 전통적인 입자모델 교수-학습 전략에 문제점이 있다는 것을 생각할 수 있다. 그리고 전통적인 입자모델 교수-학습 전략 보다 학생들이 가지고 있는 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시킬 수 있는 효과적인 교수-학습 전략과 교수-학습 자료 개발이 필요하다는 점을 인식할 수 있다.

입자 모델 교수전략에 대한 선행연구를 살펴보면, 분자 수준의 표상을 칠판에 그리거나, 케드, TP, 컴퓨터 애니메이션 등으로 제시하는 교수법들이 화학 개념 학습에 효과적이라고 보고하고 있으나,^{8,13} 반성적 사고를 촉진시켜 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시킬 수 있는 교수전략에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 학생들이 수업전에 가지고 있는 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시키기 위해서는 두 가지 관점을 동시에 비교해서 사고하는 반성적 사고가 필요하다. 따라서 보다 효과적으로 입자적인 물질관을 가르치기 위해서는 반성적 사고를 촉진시키는 것이 매우 중요하므로 반성적 사고를 촉진시킬 수 있는 교수 전략이 매우 필요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 반성적 사고를 촉진시키는 새로운 입자모델 교수-학습 전략을 고안하고, 전통적인 입자모델 교수-학습 전략과 비교 연구하고자 한다.

연구 목표 및 연구 내용

학습자의 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시킬 수 있고, 입자와 관련되는 자연(화학) 교과 내용의 학습에 보다 효과적인 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수-학습 전략을 고안하고 전통적인 입자모델 교수-학습 전략과 비교 연구하고자 한다. 연구 내용을 세분화하면 다음과 같다.

- 1) 전통적인 입자모델 교수 전략의 문제점을 분석한다.
- 2) 잘 변화하지 않는 학습자의 신념체계인 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시킬 수 있는 새로운 입자모델 교수 전략을 고안한다.
- 3) 전통적인 입자모델 교수전략과 새로운 입자모델 교수전략으로 고안한 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략의 효과를 비교한다.

연구 방법 및 절차

연구설계 및 연구절차

본 연구는 동일 집단에 대한 사전 사후 검사 설계로 실시하였고, 처치 전과 후의 차이를 알아보았으며,

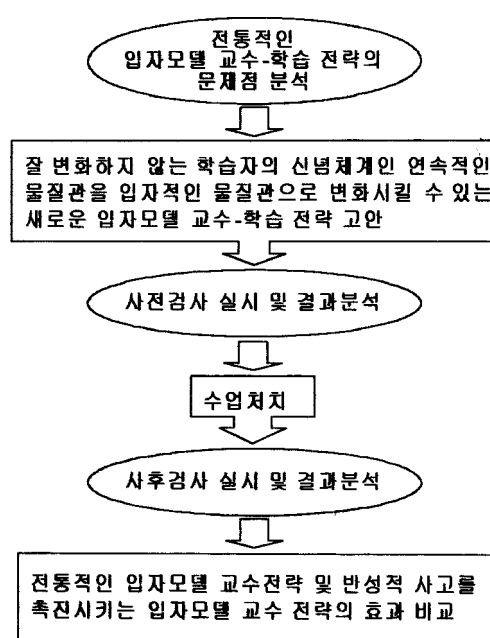


Fig. 2. 연구 절차.

Fig. 2에 나타난 연구절차에 의하여 실시하였다.

연구 대상 및 연구 시기

연구대상은 우리나라 중부 지방의 도청 소재지에 위치하고 있는 교육대학교 3학년 학생 중 과학교육II를 수강한 학생 32명을 대상으로 하였다. 예비 검사(pilot test)는 1998년 9월-1998년 10월에 실시하였고, 본 검사와 수업처치는 1999년 3월-4월에 실시하였다.

검사도구 및 자료처리

본 연구에서는 전통적인 입자모델 교수 전략과 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수전략에 대한 학생들의 생각을 조사하기 위하여 김도욱²이 10문항으로 개발한 전통적인 입자모델 교수 전략과 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수전략에 대한 질문지를 사용하였다. 그리고 입자적 물질관 형성 정도를 조사하기 위해서 Novick과 Nussbaum,³ 김도욱²이 입자적 물질관을 조사하기 위하여 사용한 설문지를 참고하여 입자적 물질관 형성 정도 조사지를 구성하여 사용하였고, 구성된 조사지의 타당성은 과학교육 전문가 3인에 의해서 타당성을 인정받았다. 사전 검사에 사용한 입자적 물질관 형성 정도 조사지는 12개 문항으로 구성하였고, 사후 검사에서 사용한 것은 3개 문항으로 구성하였으며 각각의 문항은 고체, 액체, 기체 물질에 대한 물질관을 알아보기 위한 문항이다. 학생들의 응답 결과

는 정성적인 방법으로 분석하여 개념 유형을 분류하였으며, 수업 전 후의 개념 변화는 SAS 프로그램을 이용하여 알아보았다.

연구 결과 및 논의

전통적인 입자모델 교수전략의 문제점 분석

1) 전통적인 입자모델 교수전략으로 학습한 학생들 중 상당수가 입자모델을 실제분과 연결시켜 생각하지 못하는 문제점이 있다. 즉 일상 상황에서 과학 수업시간에 학습한 입자모델을 연결시켜 생각하지 못하는 점을 의미한다.

문항 1은 전통적인 입자모델 교수전략으로 학습한 경험이 있고, 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략을 학습한 경험이 없는 학생들을 대상으로 학교에서 ‘모든 물질은 원자로 구성되어 있다는 지식을 배운 적이 있는가?’에 대한 응답결과를 제시한 것이다. 문항 1에 응답한 학생들은 모두 ‘배우 적이 있다.’고 응답하였다. 동일한 학생에게 문항 2에 대한 응답결과를 Table 2에 제시하였다. ‘물분자 모델을 학교에서 학습한 후에 일상생활 속에서 물을 집하게 된 경우 물분자 모델이 떠오른 적이 있는가?’에 대한 학생의 응답결과, 응답한 학생들은 모두 떠오르지 않았다고 응답하였다.

Table 3은 문항 3(‘물분자 모델을 학교에서 학습한 후에 일상생활 속에서 물을 집하게 된 경우 물분자 모델이 떠오른 적이 있는가?’ 응답 이유)에 대한 학생들의 응답결과를 나타낸 것이다. 일상생활 속에서 물을 집하게 된 경우 물분자 모델이 떠오르지 않는 이유는 ‘눈에 안보이니까, 눈에 보이지 않는 물질이므로

Table 1. 문항 1(학교에서 모든 물질은 원자로 구성되어 있다는 지식을 배운 적이 있는가?)에 대한 응답결과

응답유형	빈도수(명)	%
1(있다)	32	100.0
2(없다)	0	0.0

Table 2. 문항 2(물분자 모델을 학교에서 학습한 후에 일상생활 속에서 물을 집하게 된 경우 물분자 모델이 떠오른 적이 있는가?)에 대한 학생의 응답결과

응답유형	빈도수(명)	%
1(떠오른다)	0	0.0
2(떠오르지 않았다)	32	100.0
3(기타)	0	0.0

생각이 나지 않았다. 물분자나 원자를 직접 본 적도 없기 때문에 실생활에 관련시켜 생각하기가 어렵기 때문이다. 원자는 눈으로 보는 것이 아니기 때문에 생각하지 않는다”, “원자보형에서 배웠던 H₂O와 수영장에서의 H₂O를 연관시키지 못함”, “다른 물질이라 생각됨”, “별로 인관이 안됨”, “물에 대한 개념이 다르게 형성되어 있기에 즉 화학 시간에 배운 물은 H-O-H 이런 개념적 화학적 물로 생각될 뿐이지 실생활에선 생각나지 않는다.”, “실제 생활에 있어서 모든 사물을 입자로 생각한다는 것은 있을 수 없을 뿐만 아니라 일상생활에서는 그 물체 그대로의 시각적인 모습을 보며, 이것이 무엇이라고 판단하고 그렇게 어긴다.”, “물을 그냥 하나의 대상으로 보고 나가기 때문에”, “물에 대해서 입자 상태로 생각하기보다는 물에 대한 것만 생각한 것 같다.” 등이 있었다. 이러한 연구결과들은 전통적인 입자모델 교수전략으로 학습한 학생들 중 상당수가 입자모델을 실제분과 연결시켜 생각하지 못하는 문제점이 있는 것을 보여준다.

2) 전통적인 입자모델 교수전략으로 입자모델을 학습할 때 무조건 안기려는 학습전략을 사용하는 경향이 높은 문제점이 있다.

대부분의 학생들이 과학 교과서를 통해서 학습한 경험이 있는 입자(원자, 분자 등)모델을 그대로 기억하는 학생이 많으나, 과학 교과서를 통해서 학습한 경험이 없는 입자 모델은 전혀 생각하지 못하고, 학습한 입자모델을 응용하거나 적용하지 못하는 것으로 나타났다.

문항 4는 ‘수소와 산소가 화학 반응을 하면 불(수증기)이 된다. 이 물질들을 현상 돋보기로 최대한 확대했을 때 어떻게 보일지를 그림으로 표현해 보시오.’이다. 이에 대한 학생의 응답예를 Fig. 3에 나타내었다.

문항 4에 대한 응답결과를 물질관 유형별로 분석한 결과를 Table 4에 제시하였다. 교과서에서 여러 번 반복해서 학습한 경험이 있는 수소, 산소, 물분자에 대한 입자모델에 대해서는 응답한 학생 모두 입자적인 관점을 형성하고 있는 것으로 나타났다.

3) 전통적인 입자모델 교수전략으로 입자모델을 수없이 학습한 후에도 연속적 물질관을 입자적 물질관으로 변화시키지 못하는 학생의 비율이 매우 높은 문제점이 있다.

전통적인 입자모델 교수전략으로 입자모델을 수없이 학습한 학생을 대상으로 입자적 물질관 형성 정도를

Table 3. 문항 3(물분자 모델을 학교에서 학습한 후에 일상생활 속에서 물을 집하게 된 경우 물분자모델이 떠오른 적이 있는가? 응답이 유)에 대한 학생들의 응답결과

응답이유	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
빈도	3	5	1	2	2	1	3	2	1	4	1	1	1	1	1	3
%	9.4	15.6	3.1	6.3	6.3	3.1	9.4	6.3	3.1	12.5	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	9.4

0-무응답

1-눈에 안보이니까. 눈에 보이지 않는 물질이므로 생각이 안났다. 물분자나 원자를 직접 본 적도 없기 때문에 실생활에 관련시켜 생각하기가 어렵기 때문이다. 원자는 눈으로 보는 것이 아니기 때문에 생각하지 않는다.

2-모형을 실제로 보지 않았기 때문에

3-가끔 과학시간에, 가끔이지만 생각해 본적 있다.

4-실생활 가운데 직접 영향을 미치지 않으므로 지식은 지식으로 남아 영향을 미친 것. 생활에서 이용하고 응용할 수 있게 배운 것이 아니라 단지 이론적으로만 배웠기 때문이다.

5-무의식적으로 행동하고 수업시간에 배운 것과 같은 것이라는 생각이 잘 들지 않는다.

6-원자모형에서 배웠던 H₂O와 수영장에서 H₂O를 연관시키지 못함. 다른 물질이라 생각. 별로 연관이 안된다. 물에 대한 개념이 나쁘게 형성되어 있기에 즉 화학 시간에 배운 물은 H₂O가 이런 개념적 회화적 물로 생각될 뿐이지 실생활에선 생각나지 않는다.

7-그러한 것에 대해 기억에 남게끔 배운 적이 없다(이론 위주로 학습). 예를 들어 물분자를 우리 눈에 볼 수 있도록 크게 만들어 우리들로 하여금 직접 조작해 보게 했으면 기억에 남았을 것이다(모델제시). 실제 생활에서는 이론이 느낌으로 나오지 않는다.

8-한참 처음 배워서 신기해하고 있을 때에는 물을 보면 위 모델을 떠올리곤 했다.

9-실제 생활에 있어서 모든 사물을 입자로 생각한다는 것은 있을 수 없을 뿐만 아니라 일상생활에서는 그 물체 그대로의 시각적인 모습을 보며, 이것이 무엇이다라고 판단하고 그렇게 여긴다. 물을 그냥 하나의 대상으로 보고 느끼기 때문에, 물에 대해서 입자 상태로 생각하기보다는 물에 대한 것만 생각한 것 같다.

10-기타

11-물을 가지고 직접 관찰한 것이 아닌 모형을 이용한 이론적 이해였기 때문

12-물을 봤을 때 2번처럼 안보이니까 그냥

13-모델보이는 단순히 알기하는데에만 신경을 썼기 때문에

14-물의 형태에서는 분자가 보이지 않아서 생각이 미치지 않는다.

15-실제 존재하는 세계는 거시세계이기 때문에 생각이 쉽게 나지 않는다. 일상 생활은 눈으로 볼 수 있는 거시세계이다.

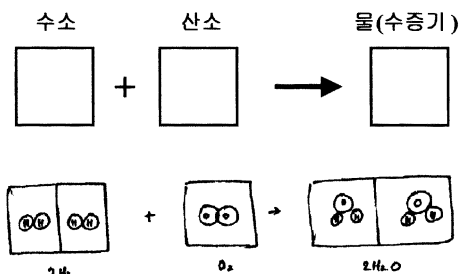


Fig. 3. 문항 4에 대한 학생들의 응답예.

Table 4. 문항 4에 대한 응답결과를 분석한 결과

응답유형	빈도수(명)	%
C	0	0.0
C & D	0	0.0
D	32	100.0

C: 연속적인 관점의 물질관, C & D: 연속적인 관점에서 불연속적인 관점에서의 전이상태, D: 불연속적인 관점의 물질관(입자적인 관점)

알아보기 위하여 '입자적 물질관 형성 정도 조사지'로 조사. 분석한 결과를 Table 5와 6에 제시하였다. 문항

에 따라 차이가 있으나, 문항 B1-B9에 대한 전체적인 평균으로 비교하여 보면, C(연속적인 관점의 물질관)이 37.0%, C&D(연속적인 관점에서 불연속적인 관점에서의 전이상태)가 14.3%, D(불연속적인 관점의 물질관: 입자적인 관점)가 42.3%로 나타났다.

문항 B10-12에 대한 전체적인 평균으로 비교하여 보면, C(연속적인 관점의 물질관)가 25.4%, C&D(연속적인 관점에서 불연속적인 관점에서의 전이상태)가 3.2%, D(불연속적인 관점의 물질관: 입자적인 관점)가 60.3%로 나타났다. 이러한 연구결과들은 교과서에서 여러번 반복해서 학습한 경험이 있는 물분자, 공기 분자들의 입자모델은 기억하지만, 학습한 경험이 없는 분자들의 입자모델에 대해서는 입자적 물질관으로 응답하지 못하는 학생의 비율이 높은 것을 보여주며, 전통적인 입자모델 보다 입자적 물질관을 형성시키는데 효과적인 새로운 입자모델 교수전략에 대한 연구가 필요하다는 점을 인식시켜 준다.

4) 전통적인 입자모델 교수전략으로 입자모델을 학습할 때 과학적 상황으로 학습하므로 물질에 대한 사고

Table 5. 문항 B1-B9에 대한 응답에 대한 물질관의 분석결과(사전검사)

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	평균
N	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5	1.06
C	47.6	4.8	9.5	76.2	42.9	57.2	52.4	14.3	28.6	37.0
DC&	38.1	85.7	81.0	19.0	23.8	19.0	19.0	57.2	38.1	42.3
D	14.3	9.5	9.5	4.8	19.0	4.8	23.8	19.0	23.8	14.3
E	0	0	0	0	14.3	19.0	4.8	9.5	0	5.3

B1: 얼음점, B2: 호수의 불, B3: 주전자의 끓는불, B4: 민으로된 원피스, B5: 식빵, B6: 밥, B7: 아파트벽, B8: 풍선 속공기, B9: 알루미늄 냄비, C: 연속적인 관점의 물질관, C& D: 연속적인 관점에서 불연속적인 관점으로의 전이상태, D: 불연속적인 관점의 물질관(입자적인 관점), E: 기타, N: 무응답

Table 6. 문항 B10-B12의 응답에 대한 물질관의 분석결과(사전검사)

	B10	B11	B12	평균
N	4.8	4.8	4.8	4.8
C	38.1	19.0	19.0	25.4
D	47.6	61.9	71.4	60.3
C&D	4.8	4.8	0	3.2
E	4.8	9.5	4.8	6.37

B10: 얼음물 속에 있는 플라스틱 인의 공기, B11: 상온에서 플라스틱 인의 공기, B12: 가열시 플라스틱 인의 공기, C: 연속적 관점의 물질관, C&D: 연속적인 관점에서 불연속적인 관점으로의 전이상태, D: 불연속적인 관점의 물질관(입자적인 관점), E: 기타, N: 무응답

가 과학적 상황에 제한되어 있어 일상적 상황으로 연관시키지 못하는 문제점이 있다.

“물질하면 떠오르는 단어를 생각나는 대로 적어 보시오”에 대한 응답 결과(Table 7)를 분석해 보면, 학생들 중 19.0%가 ‘분자’라고 응답했고, 14.3%가 ‘액체, 기체, 고체’로 응답했으며, 9.5%가 원자의 종류로 응답했다. 각각의 응답 유형을 상황별로 분류해 보면, 과학적 상황(Scientific Context: S)의 용어로 응답한 학생은 47.6%이고, 일상적 상황(Everyday Context: I)으로 응답한 학생의 비율은 14.4%이고, 과학적 상황과 일상적 상황에서 모두 사용하는 용어(S&E)로 응답한 학생의 비율은 28.6%이었다.

이와 같은 연구결과로부터 알 수 있는 전통적인 입자모델 교수 전략의 문제점으로는 전통적인 입자모델 교수전략으로 상당 기간 학습한 학생들 중 상당수는 실제 존재하는 실험현상(거시 세계 현상)과 입자(원자, 분자, 이온, 전자)에 의한 화학적 표현법(미시 세계의 표현)과의 관계를 이해하지 못하는 경향이 있다는 점, 학생들 대부분이 입자에 의한 화학적 표현법을 이해하지 못하는 경향이 있으며, 화학 지식을 학습할 때 무

Table 7. 문항 5(물질하면 떠오르는 단어를 생각나는 대로 적어 보시오)에 대한 응답 결과

응답유형	%	상황분류
0	9.5	
1	19.0	S
2	9.5	S
3	14.3	S
4	4.8	S & E
5	4.8	E
6	4.8	E
7	9.5	S & E
8	4.8	S
9	4.8	S & E
10	4.8	E
11	9.5	S & E

0-무응답, 1-분자, 2-원자종류(헬륨, 수소, 플루오르, 우라늄, 탄소, 질소, 마그네슘, 수소), 3-액체, 기체, 고체, 4-성분, 5-벽, 6-원료, 7-가루(분말), 밀가루, 8-무생물, 9-덩어리, 10-약, 11-공기 S: 과학적 상황, E: 일상적 상황, S&E: 과학적 상황과 일상적 상황에서 모두 사용하는 용어

조건 기계적으로 암기하는 경향이 있는 점등이 있었다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략의 고안

본 연구에서는 새로운 입자모델 교수전략으로 구성주의 학습이론과 개념변화를 위한 수업모형에 대한 문헌연구를 통해^{11,16} 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시켜 입자모델을 가르치는 입자모델(RE-PM: Reflective Thinking & Everyday Context-Particle Model)교수 전략을 고안하였다. 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략은, 입자모델을 실제물과 연결시킬 수 있는 교수전략은 어떤 교수전략인가? 입자모델을 유의미학습 할 수 있고, 일반화할 수 있는 교수 전략은 어떤 교수 전략인가? 입자적 물질관으로 패러다임을 변화시킬 수 있는 교수전략은 어떤 교수 전략인가?에 대한 방안으로 고안된 것이다.

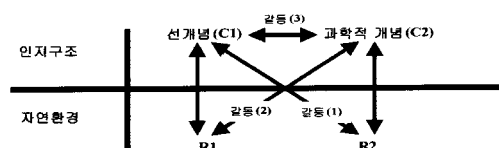


Fig. 4. 권재술의 인지 갈등 모형.

권재술의 모형¹⁾에 기초해서 새로운 입자 모델 교수 전략이 인지갈등을 유발시켜 반성적 사고를 촉진시킬 수 있음을 설명할 수 있다. 학습자가 연속적인 물질관(C1)을 보유하고 있는 경우 기시세계에서의 화학 현상(R1)은 이해할 수 있으나, 미시세계에서의 현상(R2)은 쉽게 이해할 수 없다. 따라서 연속적인 물질관(C1)과 미시세계에서의 현상(R2)사이의 갈등 1이 유발되고, 이러한 갈등 1을 해소하는 과정에서 연속적인 물질관(C1)과 입사적인 물질관(C2)사이의 갈등 3이 유발되고 갈등 3을 해결하기 위해서 학습자는 반성적 사고를 통해 연속적인 물질관(C1)에서 입사적인 물질관(C2)으로 개념 변화하게 된다.

전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM)의 한 예를 Fig. 5에 제시하였고, 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자모델 교수 전략(RE-PM)의 한 예를 Fig. 6에 제시하였다.

전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM)의 예에서 수소와 산소가 반응해서 수증기가 되는 화학반응을 가르칠 때 학습자가 보유하고 있는 선개념(C1: 수소 물질, 산소 물질, 수증기 물질에 대하여 학습자가 보유하고 있는 연속적인 물질관)과 기시 세계

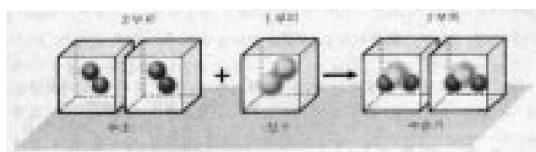


Fig. 5. 전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM) 예.

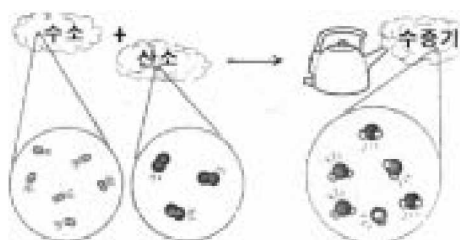


Fig. 6. 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자 모델 교수 전략(RE-PM) 예.

에서의 화학 현상(R1: 거시 세계에서 보이지 않는 실제물인 수소, 산소, 수증기)을 제시하지 않고, 과학적 개념(C2: 입사적인 물질관 여기서는 수소 분자 모델, 산소 분자 모델, 수증기 분자 모델)과 미시 세계에서 화학 현상(R2: 실제물이 아닌 상징적인 화합물인 수소, 산소, 수증기)만 제시하기 때문에 연속적인 물질관을 보유하고 있는 학습자인 경우에 학습자의 인지구조 내에 있는 연속적인 물질관과의 반성적 사고를 통한 유의미 학습을 하지 못하고, 단순히 새로운 학습과제(여기서는 Fig. 5에 제시된 정보)를 인지구조 내에 포함시키는 기계적 학습을 하게 된다. 이와 같이 기계적으로 학습한 경우에는 Fig. 5에 제시된 정보의 의미도 모르면서 그림을 기억하는 학습이 일어난다. 이러한 학습은 어떤 학습자가 원소기호를 외울 때 한 번도 실제물을 본적이 없는 바다뱀의 원소기호는 V, 셀렌의 원소 기호는 Se, 이트륨의 원소기호는 Y를 부조건 기계적으로 암기하는 학습과 같은 학습이 일어나게 된다.

반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자모델 교수 전략(RE-PM) 예에서는 수소와 산소가 반응해서 수증기가 되는 화학반응을 가르칠 때 단순히 실제물이 아닌 상징적인 화합물인 수소, 산소, 수증기를 용어로만 제시하는 전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략과는 다르게, 기시 세계에서 화학 현상(R1: 거시 세계에서 보이지 않는 실제물인 수소, 산소, 수증기)과 미시 세계에서 화학 현상(R2: 미시 세계에서 수소 분자, 미시 세계에서 산소, 미시 세계에서 수증기)을 동시에 제시해 줌으로써 연속적인 물질관을 보유하고 있는 학습자인 경우에도 학습자의 인지구조 내에 있는 연속적인 물질관과의 반성적 사고를 통해 학습자가 보유하고 있는 선개념(C1: 수소 물질, 산소 물질, 수증기 물질에 대하여 학습자가 보유하고 있는 연속적인 물질관)을 과학적 개념(C2: 입사적인 물질관 여기서는 수소 분자 모델, 산소 분자 모델, 수증기 분자 모델)으로 개념 변화하는 학습이 일어나게 할 수 있다. 이 때 기시 세계에서 화학 현상(R1)은 과학적 상황에서의 거시 세계도 포함하지만 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자모델 교수 전략(RE-PM)에서는 학습자가 이미 가지고 있고, 학습자에게 친숙한 일상적 상황의 기시세계를 이용해 학습자가 유의미 학습 태세를 갖추 수 있도록 하였다 (Fig. 6).

전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-

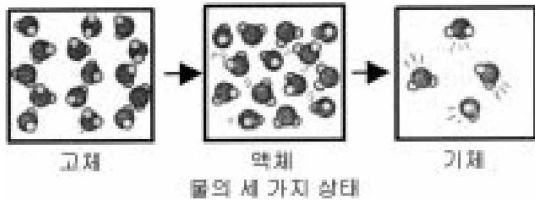


Fig. 7. 전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM)에.

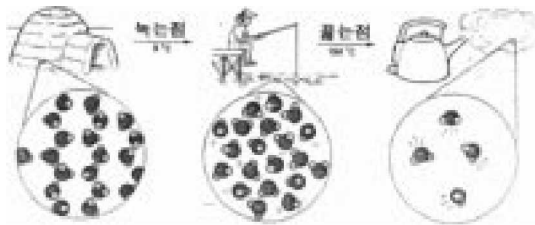


Fig. 8. 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자 모델 교수 전략(RE-PM) 예.

PM)의 또 다른 예를 Fig. 7에 제시하였고, 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자모델 교수 전략(RE-PM)의 예를 Fig. 8에 제시하였다.

전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM)의 또 다른 예를 Fig. 7에 제시하였고, 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자모델 교수 전략(RE-PM)의 예를 Fig. 8에 제시하였다.

전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM)의 예에서 물의 세 가지 상태(고체, 액체, 기체 상태)를 가르칠 때 학습자가 보유하고 있는 선개념(C1: 고체상태의 물(얼음), 액체 상태의 물, 기체 상태의 물(수증기)에 대하여 학습자가 보유하고 있는 연속적인 물질관과 거시 세계에서 화학 현상(R1: 거시 세계에서 실제물인 얼음, 물, 수증기)을 제시하지 않고, 과학적 개념(C2: 입자적인 물질관 여기서는 물분자 모델)과 미시 세계에서 화학 현상(R2: 실제물이 아닌 상징적인 화학 용어인 물, 고체, 액체, 기체)만 제시하기 때문에 연속적인 물질관을 보유하고 있는 학습자인 경우에 학습자의 인지구조 내에 있는 연속적인 물질관과의 반성적 사고를 통한 유의미 학습을 하지 못하고, 단순히 새로운 학습과제(여기서는 Fig. 7에 제시된 정보)를 인지구조 내에 포함시키는 기계적 학습을 하게 된다. 이와 같이 기계적으로 학습한 경우에는 Fig. 7에 제시된 정보의 의미도 모르면서 그림을 기억하는 학습이 일어난다.

반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황과 연관시킨 입자모델 교수 전략(RE-PM) 에에서는 물의 세 가지 상태를 가르칠 때 실제물이 아닌 상징적인 화학 용어인 고체 상태의 물, 액체 상태의 물, 기체 상태의 물을 용어로만 제시하는 전통적이고 과학적 상황의 입자 모델 교수전략과는 다르게, 거시 세계에서 화학 현상(R1: 거시 세계에서 실제물인 얼음, 물, 수증기)과 미시 세계에서 화학 현상(R2: 미시세계에서 고체 상태의 얼음 분자, 미시세계에서의 액체 상태의 물분자, 미시 세계에서 기체 상태의 수증기 분자)을 동시에 제시해 줌으로써 연속적인 물질관을 보유하고 있는 학습자인 경우에도 학습자의 인지구조 내에 있는 연속적인 물질관과의 반성적 사고를 통해 학습자가 보유하고 있는 선개념(C1: 얼음, 액체 상태의 물, 수증기 물질에 대하여 학습자가 보유하고 있는 연속적인 물질관)을 과학적 개념(C2: 입자적인 물질관 여기서는 물분자 모델)으로 개념 변화하는 학습이 일어나게 할 수 있다 (Fig. 8).

전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM)과 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황의 입자모델 교수전략(RE-PM)의 효과 비교

1) 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM)교수 전략 처치 후 입자적 물질관 형성정도 조사 결과

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM)교수 전략 처치 후 입자적 물질관 형성정도 조사 결과를 Table 8에 제시하였다. 문항 B13, B14, B15에 대한 응답 결과를 분석한 결과 모든 학생이 입자적 물질관을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 반

Table 8. RE-PM 교수전략 처치 후 입자적 물질관 형성정도 조사 결과

응답유형	문항 B13	문항 B14	문항 B15
C	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
C & D	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
D	32 (100.0)	32 (100.0)	32 (100.0)

C: 연속적인 관점의 물질관
 C&D: 연속적인 관점에서 불연속적인 관점으로의 전이상태
 D: 불연속적인 관점의 물질관(입자적인 관점)
 문항 B13: 유리를 미시 수준으로 확대했을 때 그림으로 표현해 보시오?
 문항 B14: 드라이아이스에서 나오는 기체를 미시 수준으로 확대했을 때 그림으로 표현해 보시오?
 문항 B15: 포도주름 미시 수준으로 확대했을 때 그림으로 표현해 보시오?

성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수전략이 입자적 물질관을 형성하게 하는데 매우 효과적인 교수전략인 것을 보여준다.

2) 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM)교수 전략 처치 후, '전통적인 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM)과 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델 교수전략(RE-PM) 중 어느 방법이 개념 이해에 더 효과적이라고 생각하는가?'에 대한 응답결과를 Table 9에 제시하였다. 응답한 학생 모두가 전통적이고 과학적 상황의 입자모델 교수전략 보다 반성적 사고를 촉진시키고 일상적 상황의 입자모델 교수 전략이 효과적이라고 응답하였다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM)교수 전략 처치 후, 'TS-PM과 RE-PM 중 어느 교수 방법이 더 재미있는가?'에 대한 응답결과를 Table 9에 제시하였다. 응답한 학생 중 84.4%가 전통적인 과학적 상황의 입자모델 교수전략 보다 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델 교수 전략이 더 재미있다고 응답하였다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM)교수 전략 처치 후, 'TS-PM과 RE-PM 중 어느 교수 방법이 입자모델을 기억하는데 더 효과적이라고 생각하는가?'에 대한 응답결과에서 응답한 학생 중 84.4%가 전통적인 과학적 상황의 입자모델 교수전략보다 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델 교수 전략이

Table 9. 문항 6-9에 대한 응답 결과(수업 후)

문 항	명(%)		
	TS-PM	비슷하다	RE-PM
문항 6	0(0.0)	0(0.0)	32(100)
문항 7	5(5.6)	0(0.0)	27(84.4)
문항 8	5(5.6)	0(0.0)	27(84.4)
문항 9	0(0.0)	1(3.1)	31(96.9)

TS-PM: 전통적인 과학적 상황의 입자모델 교수전략

RE-PM: 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델 교수 전략

문항 6: 전통적인 과학적 상황의 입자모델 교수전략(TS-PM) 과 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델 교수 전략(RE-PM) 중 어느 방법이 개념 이해에 더 효과적이라고 생각하는가?

문항 7: TS-PM과 RE-PM 중 어느 교수 방법이 더 재미있는가?
문항 8: TS-PM과 RE-PM 중 어느 방법이 입자모델을 기억하는데 더 효과적이라고 생각하는가?

문항 9: 앞으로 교사가 되어 학생들에게 입자모델을 가르치게 되었을 때 TS-PM과 RE-PM 중 어느 방법을 선택하겠는가?

더 효과적이라고 응답하였다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM)교수 전략 처치 후, '학생들에게 입자모델을 가르치게 되었을 때 TS-PM과 RE-PM 중 어느 방법을 선택하겠는가?'에 대한 응답결과에서 응답한 학생 중 96.9%가 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델 교수 전략을 선택하겠다고 응답하였다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM)교수 전략 처치 후, 문항 10(TS-PM과 RE-PM 중 어느 방법을 선택하겠는가?)에 대한 응답 이유에 대한 분석 결과를 Table 10에 제시하였다. RE-PM방법을 선택하는 이유로 "TS-PM는 실제의 물건을 전했을 때 떠올리기 어려우나 RE-PM의 경우처럼 실물과 함께 배우게 되면 실생활에서 상기하기 쉽다.", "아동들에게 TS-PM 처럼 가르친다면 물질과는 별개의 개념으로 알게되어 배운 것을 실생활에서 생각할 수 없을 것이다.", "RE-PM처럼 가르쳐야 실물과 연관시켜 생각할 수 있을 것이다.", "실물을 함께 연계시켜 가르쳐주므로 아동이 더 친근감과 확실한 인상을 남게 해 주므로 더 장기적으로 기억된다.", "TS-PM은 너무 개념적 이론적인 기분이 들어 교과서 속이나 시험지 속에선 활용이 자유로우나 실생활에선 어렵기에 화학이라는 수업이 아이들과 높은 벽을 쌓고 있는 것 같다. 그러나 RE-PM로 배우면 화학이 먼 곳이 아닌 실생활에서 발견할 수 있으며 훨씬 가깝게, 자유롭게 생각할 수 있다.", "TS-PM는 이론적인 면에 치중한 듯하여 실생활에 적용이 되지 않는 것 같다. 공부를 위한 모델로서만 의미가 있다." 등이 있었으며, 이러한 결과들은 RE-PM 방법이 전통적인 방법 보다 효과적이라는 것을 보여준다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략이 입자론적 물질관을 형성하는데 도움이 되었는가?에 대한 학생의 응답결과 '도움이 되었다'라고 응답한 학생이 100%로서, 이러한 결과는 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략이 입자론적 물질관을 형성하는데 효과적인 교수방법인 것으로 해석될 수 있다.

결론 및 과학 교육에의 시사점

본 연구에서는 전통적인 입자모델 교수 전략의 문제 점을 분석하여, 잘 변화하지 않는 학습자의 신념체계인 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시킬 수 있는 새로운 입자모델 교수 전략으로 반성적 사고를

Table 10. 문항 10(문항 9에 대한 응답이유)에 대한 학생들의 응답결과

응답유형	빈도수(명)	%	응답유형	빈도수(명)	%
0	2	6.3	8	1	3.1
1	7	21.9	9	2	6.3
2	4	12.5	10	5	15.6
3	2	6.3	11	1	3.1
4	1	3.1	12	1	3.1
5	1	3.1	13	1	3.1
6	1	3.1	14	1	3.1
7	1	3.1	15	1	3.1

0-무응답

- 1-TS-PM는 실제의 물건을 접했을 때 떠올리기 어려우나 RE-PM의 경우처럼 실물과 함께 배우게 되면 실생활에서 상기하기 쉽다.
 - 아동들에게 TS-PM처럼 가르친다면 물질과는 별개의 개념으로 알게되어 배운 것을 실생활에서 생각할 수 없을 것이다. RE-PM처럼 가르쳐야 실물과 연관시켜 생각할 수 있을 것이다.
 - 실물을 함께 언저시켜 가르쳐주므로 아동에게 더 친근감과 확실한 인상을 남게 해 주므로 더 장기적으로 기억된다.
- 2-TS-PM는 이론적이기 때문에 아동이 추상적인 상상 속에서 이루어진다. 그러나 RE-PM은 이론적이기는 하나 실생활에 자주 접하는 물체를 가지고 가르치면서 친근감과 함께 학습 동기 유발에 효과적이다.
 - 실제 물건을 사용해 수업하기 때문에 일상생활에서 과학적 태도를 가지고 물체를 보는 눈을 가지게 되어 과학에 흥미를 느낄 수 있을 것 같다.
 - 일상품들을 많이 이용함으로써 좀 더 흥미를 느낄 수 있고 물건들을 볼 때 좀 더 생각해볼 수 있는 습관을 지니게 될 것 같다.
- 3-모형을 보여주면 더 잘 이해하고 기억할 수 있다. 아이들에게는 구체물을 이용하는 것이 기억에 더 오래 남을 것이다. 따로만 설명하는 것보다 상징적이더라도 모형을 가지고 개념을 설명하는 것이 좋다.
- 4-지금까지의 화학교육은 주로 모형을 통해 이루어져 왔기 때문에 이해하기가 힘들었다. 실제적인 모습과 함께 입자본적인 생각을 가질 수 있도록 시도해야 한다.
- 5-TS-PM는 너무 개념적 이론적인 부분이 들어 교과서 속이나 시험지 속에서 한용이 자유로우나 실생활에선 어렵기에 화학이라는 수업이 아이들과 높은 벽을 쌓고 있는 것 같다. 그러나 RE-PM으로 화학이 된 곳이 아닌 실생활에서 발견할 수 있으며 훨씬 가깝게, 자유롭게 생각할 수 있다. TS-PM은 이론적인 면에 치중한 듯하여 실생활에 적용이 안되는 것 같다. 공부할 위한 모델로서만 의미가 있다.
- 6-실제 사물의 가장 확대한 모습을 보았을 때 흥미로움을 느꼈다.
- 7-고정 관념을 버려야 하는구나라고 느꼈다
- 8-나의 생각이 연속적인 물질관이라는 것을 알 수 있었고, 나의 물질에 대한 보는 각도를 다르게 봐야 한다고 생각했다.
- 9-TS-PM과 같은 분자모형으로 배우는 것 보다 RE-PM의 방법으로 하면 실제 물체의 확대라는 것이 더 가깝게 느껴진다. TS-PM은 모형만을 나타내었고, RE-PM은 실제와 연결되어서 더 쉽고 재미있을 것 같다.
- 10-지금까지 교육은 TS-PM의 방법을 이용한 화학교육을 해왔다. 오늘 배운 RE-PM의 방법을 접하며, TS-PM의 방법 대신 RE-PM의 방법을 도입한다면 보다 효과적이라 생각하며, RE-PM의 방법으로 개념을 형성시킨 후 TS-PM의 방법을 실시한다면 좋겠다. TS-PM보다는 RE-PM이 공부함에 있어서 지루함을 덜 느끼며 좀 더 확실하게 인식시킬 수 있을 것 같다. 그런데 RE-PM을 배우고 TS-PM도 늘어감이 좋을 듯하나, RE-PM방법으로 지도하면 집중이 더 잘되며 흥미를 갖고 재미있게 수업에 임하리라 생각한다. RE-PM과 같이 학습할 경우 일상생활에서 입자의 개념을 생각해볼 수 있고, 입자들이 어떻게 모여 물질이 이루어졌는지를 쉽게 더 이해할 수 있을 것 같다. TS-PM을 하는 것 보다 RE-PM 방법을 했을 때 더 흥미롭고 그 시간에만 하고 끝나는 것이 아니라 계속 기억에 남을 것이다.
- 11-RE-PM의 방법도 쉽지는 않을 것이다. RE-PM의 경우 실제로 보이는 다이어그램과의 현 상황에서 볼 수 없는 분자구조를 서로 연결시키는 것도 어려울 것이다.
- 12-TS-PM의 방법은 추상적이고 어렵게 느껴지고 따라서 재미가 덜하다. 반면 RE-PM의 방법은 실물을 도입함으로써 이해가 쉽고 흥미로워서 더 효과적인 수업이 될 수 있을 것이다.
- 13-미시세계를 모델을 통하여 제시하는 것이 이해가 수월할 것이다.
- 14-TS-PM은 그냥 알기식이라는 생각이 든다. RE-PM은 물체의 형태를 보여 주어 그 일부를 확대하기 때문에 아이들이 가르칠 때 더 기억이 오래되리라 생각한다.
- 15-TS-PM과 같은 방법보다는 미시세계와 거시세계를 동시에 제시하여 가르치는 것이 더 좋을 것 같다.

촉진시키는 입자모델 교수 전략을 고안하였다. 고안된 반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수 전략을 초등 학교 예비교사를 대상으로 처치한 후, 반성적 사고를

촉진시키는 입자모델 교수 전략의 효과를 전통적인 입자모델 교수전략과 비교 분석하였다. 전통적인 입자모델 교수전략의 문제점으로는 1) 입자

모델을 실제물과 연결시켜 생각하지 못하는 문제점. 2) 입자모델을 학습할 때 무조건 암기하는 학습전략을 사용하는 경향이 높음. 3) 입자모델을 수없이 학습한 후에도 연속적 물질관을 입자적 물질관으로 변화시키지 못하는 학생의 비율이 매우 높음. 4) 물질을 학습할 때 과학적 상황으로 학습하므로 물질에 대한 사고가 과학적 상황에 제한되어 있어 일상적 상황으로 연관시키지 못하는 문제점들이 있다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델 교수-학습 전략의 주안점은 과학적 상황으로만 제시되는 전통적 입자모델 교수-학습 전략과 달리 일상적 상황과 과학적 상황을 연결시켜 줌으로써 학습자의 인지구조 속에 있는 관련된 선개념과 상호작용하여 연속적인 물질관을 입자적인 물질관으로 변화시킬 수 있도록 고안한 것이다.

전통적인 과학적 상황의 입자모델(TS-PM) 교수전략과 반성적 사고를 촉진시키는 일상적 상황의 입자모델(RE-PM) 교수전략의 효과를 비교한 결과 RE-PM 교수전략이 개념이해 측면, 흥미 측면, 입자적 물질관 형성 정도, 기억 측면에서 더 효과적인 것으로 나타났다.

반성적 사고를 촉진시키는 입자모델(RE-PM) 교수전략 처치 후, 'TS-PM과 RE-PM 중 어느 방법을 선택하겠는가?'에 대한 분항에서, RE-PM 방법을 선택하는 이유로 "TS-PM은 실제의 물건을 접했을 때 떠올리기 어려우나 RE-PM의 경우처럼 실물과 함께 배우게 되면 실생활에서 상기하기 쉽다.", 이들에게 TS-PM 처럼 가르친다면 물질과는 별개의 개념으로 알게 되어 배운 것을 실생활에서 생각할 수 없을 것이다. "RE-PM 처럼 가르쳐야 실물과 연결시켜 생각할 수 있을 것이다." 등이 있었는데, 이러한 결과들이 주는 과학교육에의 시사점은 일상적 상황의 입자모델 교수전략 방법이 과학을 과학적 상황(실현실 상황)에서만 국한되어 사고하는 것이 아니라, 학교 과학 수업시간에 학습한 과학을 일상 상황과 연관시켜 사고할 수 있도록 해 준다는 것이다.

또한 본 연구의 결과는 자연(화학) 교과서 등의 화학 교육 프로그램에서 입자모델 교수-학습전략에 대한 새

로운 인식의 변화가 필요하며, 반성적 사고를 촉진시킬 수 있는 교수전략(RE-PM 교수전략)이 보다 효과적인 입자모델 교수전략으로 활용될 수 있으므로, RE-PM 교수전략에 대한 올바른 이해와 활용 방안에 대한 지속적인 연구와 노력이 필요하다는 것을 시사한다.

인 용 문 헌

1. 김도옥, *한국과학교육학회지*, 1992, 12, 35.
2. 김도옥, *물개념 학습에서 오인을 감소시키기 위한 수업모형의 효과*, 서울대학교 박사학위논문, 서울대학교: 1991.
3. Novick, S.; Nussbaum, J. *Science Education* 1978, 65, 187.
4. Novick, S.; Nussbaum, J. *Science Education* 1981, 62, 273.
5. 박성미, *분자운동에 대한 학생들의 개념 조사*, 서울대학교 석사학위논문, 서울대학교: 1989.
6. 홍미영, *고체, 액체, 기체상태의 분자운동에 대한 학생들의 개념 조사*, 서울대학교 석사학위논문, 서울대학교: 1991.
7. 조양숙; 이희순; 김도옥, *한국중등과학교육학회지* 1996, 15, 305.
8. Anderson, C. W.; Berkheimer, G. D. *Matter and Molecules. Teacher's Guide: Science Book*; Institute for Research on Teaching, College of Education, Michigan State University: Occasional Paper, 1988; No 121, 122.
9. 노태희; 진경남, *한국과학교육학회지* 1997, 17, 313.
10. 노태희; 차정호; 김창민; 최용남, *한국과학교육학회지* 1998, 18, 161.
11. 노태희; 차정호; 김창민, *한국과학교육학회지* 1999, 19, 128.
12. 차정호, *입사수준의 동영상을 이용한 컴퓨터 보조학습의 효과*, 서울대학교 석사학위논문, 서울대학교: 1997.
13. 채종락, *Anderson의 요철안경 교수방법이 초등학교 6학년 아동들의 자연학습에 미치는 효과 분석*, 교원대 석사 학위논문, 한국교원대학교: 1997.
14. 최병순; 강순희; 박종윤; 김도옥; 김정희, *교원 양성 대학의 화학과교육학 교재 개발 연구*, 한국교원대학교 교과교육 공동 연구소: 1999.
15. 김익균, *대립개념의 증거적 비판 논의와 반성적 사고를 통한 대학생의 힘과 가속도 개념 변화*, 서울대 박사 학위 논문, 서울대학교: 1991.
16. Morris, J. *GCSE Chemistry*; Unwin Hyman: 1989.
17. 권재술, *물리교육* 1989, 7, 1.