

개념도 작성 활동을 통한 수업이 분자운동 개념 형성에 미치는 효과

전근배 · 노석구*

(경기 양주백석초등학교) · *(인천교육대학교)

A study on Effects of the Concept Mapping for Concept Formation of Molecular Motion

Jeon, Geun-Bae · Noh, Suk-Goo*

(Kyonggi Yangjoo Baeksuk Elementary School)

· *(Incheon National University of Education)

ABSTRACT

The purposes of this study were grasping the degree of students' understanding for course contents through the concept mapping strategy as meaningful learning in science and measuring the effect for change of conception and changing the misconception.

The results of the study were as follows:

1. Before the lesson, only 10.7% of students had scientific conception of molecular motion. Other students had various kinds of misconceptions.
2. The extent of concept formation after lesson through the using concept mapping strategy was tested. As a result, compared with the controlled group, the experimental group showed higher extent of sound concept formation (statistical significance level 0.05).
3. The differences between the experimental group and the control group were analyzed into quantitative and qualitative points of view. The results of the comparison showed that the maps of the students were well configured in the categories of the relationship, the hierarchy and the examples; while students showed lower abilities in the category of the cross-links.
4. The student's attitudes to ward concept mapping was positive. Most of the students answered that teaching strategy of concept mapping benefits them in meaningful learning outcomes.

I. 서 론

1. 연구의 목적 및 필요성

오늘날 과학은 비약적으로 발전하고 있기 때문에

과학 지식도 일생동안 소화할 수 없을 만큼 다양하고 그 양도 폭발적으로 증가하고 있다. 한편 과학 교육에서는 실험활동을 통한 탐구학습이 매우 중요시되고 있으나 현재 이루어지고 있는 대부분의 실험과정에서 학생들은 제시된 실험 방법에 따라 기구 조작만 하면

되고 과학적 사고를 수반하는 탐구활동은 별로 요구되지 않고 있으며, 과학 실험이 학생들에게 흥미 있는 흥미 있는 활동이라는 인식을 주지 못하고 있으며, 과학적 태도와 탐구 능력의 신장에도 기여하지 못하고 있다(최병순과 한미애, 1992).

또한 실험활동 중심의 교수 방법에서는 학생들이 적절한 개념 체계를 갖추지 못하여 효과적인 실험활동이 이루어지지 못하고 있으며, 실험실에서의 경험들을 과학 개념에 의하여 의미있게 만들지도 못한다. 따라서 과학의 기본 개념을 체계적으로 이해시키기 위해서는 학생들의 지적 발달 수준을 고려하여 주요 개념을 이해하도록 지도하는 것이 필요하다. 이를 위해서 기본 개념을 구조화하고 체계적으로 지도하여 창의성과 과학에의 흥미를 길러 주어야 한다.

이러한 문제점들을 해결하기 위하여 새로운 교수-학습 방법이 계속하여 연구 개발되고 있는데, 많은 과학 학습 이론 중에서 많이 논의되고 있는 교수 전략 중 하나가 Ausubel의 유의미 학습 이론을 바탕으로 Novak이 제안한 개념도를 이용한 교수 전략을 들 수 있다.

Ausubel(1968)은 “학습에 가장 큰 영향을 미치는 것은 이미 학습자가 알고 있는 것이다”라고 하면서 새로운 개념, 혹은 정보가 학습자의 기존의 인지 구조에 유의미하게 연결됨으로서 학습이 일어난다고 주장하였다.

Novak은 이러한 Ausubel의 이론에 근거하여 지식의 개념적 조직과 개념 학습에 초점을 맞추어 유의미 학습을 고양하는 수업자료로서 개념도 전략을 고안하여 개념 변화를 총체적으로 연구할 수 있는 새로운 접근을 시도하였다(반승재와 조희형, 1994).

Novak에 의해 고안된 개념도 전략은 전형적으로 학습자의 기존 개념의 이해 정도와 새로운 개념과의 연결을 피하는 과정을 시각적으로 파악할 수 있는 장점을 지니고 있다. 또한 교육과정 개발 도구, 수업 도구, 평가 도구로 이용될 수 있다. 우리 나라에서도 오 개념에 관한 연구들에 이어서 근래에는 개념도 전략에 의한 개념 변화에 대한 효과를 측정하고 교수-학습 전략으로 접근하는 연구가 일어나고 있다.

본 연구에서는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로

과학학습에서 유의미 학습으로서의 개념도 수업 전략을 피하여 학생들의 교과 내용에 대한 이해 정도를 파악하고, 개념 변화에 대한 효과를 측정하여 오개념을 해소하고 개념도 활용이 학습의 유용한 도구로서 활용될 수 있는 가능성을 알아보려고 한다.

2. 연구내용

- 1) 학습 전 학생들은 분자 개념에 대하여 어떤 선개념을 가지고 있는지 조사하였다.
- 2) 분자운동 개념에 관하여 개념도 작성 활동을 통한 수업과 전통적 방법에 의한 수업을 실시하여 개념 형성 정도를 비교하였다.
- 3) 학생들이 작성한 개념도를 분석하여 학생들의 개념 형성 정도를 평가하였다.
- 4) 개념도를 활용하는 수업에 대한 학생들의 태도를 조사하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 개요 및 설계

본 연구에서 실시한 기본 실험 설계는 이질집단 사전-사후 검사 설계(nonequivalent control group pretest-posttest design)이다.

O_1	X_1	O_2	O_3
O_1	X_2	O_2	

- O_1 : 분자 운동에 대한 사전 검사
- O_2 : 분자 운동에 대한 사후 검사
- O_3 : 개념도에 대한 태도 검사
- X_1 : 개념도 교수 전략을 적용한 처치
- X_2 : 전통적 수업 처치

그림 1. 본 연구의 실험 설계

2. 연구 대상

본 연구 대상 집단은 경기도 양주군 소재의 초등학교

교 6학년 학생을 대상으로 개념도를 적용하는 실험반과 전통적인 수업을 실시하는 통제반으로 선정하여 수행하였다. 실험반은 39명, 통제반은 40명으로 학생들은 6학년 편성시 전학년도 성적에 의해 성적 분포가 고르게 편성하였고, 학생들을 지도한 두 교사는 경력 15년 이상인 남, 여 교사이다.

3. 검사 도구

개념 검사지는 초등학교 6학년 1학기 '분자' 단원의 학습목표, 소단원 목표, 학습 주제 등을 분석하여 선행연구(박성미, 1990; 홍미영, 1991; 장옥화, 1993)에서 타당도와 신뢰도 검사를 거쳐 개발된 문항들을 초등과학과 교수 2인, 초등과학을 전공한 교사 5인의 자문을 얻어 수정 보완한 후 최종적으로 개발하였다.

검사 내용은 블룸(Bloom)의 분류 체계 중 인지영역인 '지적 능력과 기능', '이해', '적용'을 중심으로 '분자'와 '분자 운동' 개념을 사전, 사후 검사로 나누어 그 개념의 이해를 평가하였다. 사전 검사지와 사후 검사지는 동일한 문항을 사용하였으며, 문항의 형태는 5지 선다형과 이유진술, 그림 설명, 답을 기술하는 주관식의 두 가지 형태로 총 5개 문항으로 이루어져 있다.

개념도 평가들은 Novak 등(1991)이 개발한 평가방법을 참고하여 관계, 위계, 교차연결, 예의 4가지 범주

로 분류하여 평가하였으며 학생들이 작성한 개념도를 전문가의 개념도와 비교하여 평가 분석하였다.

개념도 전략 사용에 대한 태도검사는 Novak 등(1981, 1985)과 여러 연구에서 나타난 내용을 토대로 작성하였으며, 인지적인 면과 정의적인 측면으로 나누어 검사하도록 되어있으며, 타당도 검사를 거쳐 최종 개발하였다.

4. 개념도를 이용한 수업활동

수업활동은 전통적인 방법으로 교육부에서 발행한 '초등학교 교사용 지도서'에 기초하여 두 집단에 걸쳐 실시하였다. 단 실험 집단은 각 차시 중 약 10분 정도를 할애하여 배운 내용에 대해 개념도 작성 활동을 한 후 아동들의 토의와 지도교사의 조언을 통해 재작성하였다. 또 배운 것을 계속 첨가한 개념도를 일주일에 2회 구조화하여 이를 분석하였다. 개념도를 활용한 수업 활동 과정과 방법을 단계적으로 나타내면 <표 1>와 같다.

5. 자료의 처리 및 분석

'분자'와 '분자운동'에 대한 사전, 사후 검사 분석은 개념의 이유 진술 내용을 사고 유형별로 체계적 계통도에 따라 개념 유형을 분류한 다음, 분류한 자

표 1. 개념도를 활용한 수업 활동 과정

단계	실시 시간	내용 및 방법
개념도 소개	3월 첫째 주(2시간)	<ul style="list-style-type: none"> 개념도 용어 소개 개념의 구조화 방법 소개 단원의 개념 소개
개념도 연습	3월 둘째 주(2시간)	<ul style="list-style-type: none"> 5학년 때 배운 '용액과 용해' 내용을 토대로 개념도 연습(2회)
개념도 작성 활동	3월 셋째 주 ~ 4월 둘째 주(7회)	<ul style="list-style-type: none"> 1~7차 개념도 작성 개념도 카드를 활용한 개념도 작성 개념도에 대한 토론
최종 개념도 구조화	4월 넷째 주	<ul style="list-style-type: none"> 학습이 끝난 2주 후에 실시

료를 SPSS/8.0 프로그램을 이용하여 통계처리 하였고, 개념형성 정도의 변화 효과를 알아보기 위하여 공변량분석(ANCOVA)으로 유의도를 분석하였다.

개념도 평가는 정량적인 면과 정성적인 면으로 분류하여 평가하였다.

정량적 분석은 최종 개념도를 분석하였고 정성적 분석은 1명을 임의로 선정하여 그들이 구조화한 개념도를 split plot 방식으로 전문가가 구조화한 개념도와 비교하여 개인의 의식구조 및 인지구조, 8회까지의 개념 발달 정도를 분석하였다.

개념도 활동에 대한 태도 분석은 인지적인 면과 정적인 측면으로 나누어 알아보았다.

III. 연구결과의 해석 및 논의

1. 문항 내용 및 응답 계통도

각 문항 내용은 기체 분자 모형, 기체분자운동 방향, 압력과 부피와의 관계, 온도에 따른 분자운동, 기체의 확산 등 5문항으로 사전 사후 검사를 통하여 진술한 내용을 <그림 2>과 같이 계통도로 작성하였다.

2. 선개념 유형 및 처치 결과

1) 분자모형

사전검사에서 올바른 분자모형을 갖고 있는 학생은 실험집단에서 12.8%, 통제집단에서 15%에 불과한 것으로 나타났다. 주된 오개념으로는 경험적 관점과 연속적인 관점에서 설명하는 학생이 많았고 이유를 진술하지 못한 학생도 16.5%에 이르고 있다. 그 외 현상적인 설명을 하는 학생도 다수 있었다.

분자운동에 대한 학습 후에 실험집단은 5명(12.8%)에서 31명(79.5%)으로 개념 변화를 가져와 66.7%의 성취율을 보였고, 통제집단의 경우는 6명(15%)에서 16명(40%)의 학생이 개념 변화를 가져와 25%의 성취율을 보여 실험집단에서 성취율이 월등히 높은 것으로 나타났다.

학생 중에는 개념 변화를 가져와 올바른 분자 모형을 갖게 된 경우도 있으나 선개념을 그대로 유지하거

나 다른 오개념을 갖게 된 경우도 있었다. 이와 같은 현상은 통제집단에서 훨씬 두드러지게 나타나고 있다. 이유 진술을 하지 못했던 13명의 학생들은 8명의 학생이 처치 후에도 여전히 이유 진술을 하지 못하고 있다. <표 2>는 기체 모형에 관한 개념 유형별 응답 비율이다.

2) 기체의 분자운동 방향

사전검사 결과 과학적으로 옳은 설명을 한 학생은 전체적으로 3.8%에 불과하다. 가장 많은 오개념을 보이는 것은 같은 용기 안에서는 똑같은 압력을 갖는 것으로 실험집단에서 30.7%, 통제집단에서 37.5%를 보이고 있다.

기체의 분자 운동 방향에 대한 처치 후의 개념 변화모습을 살펴보면 객관식 선택은 실험집단에서 76.9%, 통제집단에서 77.5%를 보이고 있다. 그러나 올바른 객관식을 선택한 학생들 중 정확한 이유진술을 한 학생은 실험집단에서 56.4%, 통제집단에서 47.5%에 불과하였다. 이는 학습할 때 이와 비슷한 유형의 내용을 다루지 않았기 때문이라고 생각된다.

24명(30.4%, 실험집단15명, 통제집단 9명)의 어린이들은 여전히 선개념을

그대로 유지하고 있는 것으로 나타났고, 10명(12.7%, 실험 및 통제집단 각각 5명)은 처치 후에도 이유를 불분명하게 진술하여 분류를 할 수 없었으며, 5명(6.3%)의 학생은 처치 후에도 여전히 이유를 진술하지 못하고 있는 것으로 나타났다. <표 3>은 기체의 분자 운동 방향에 관한 응답 결과이다.

3) 부피와 압력과의 관계

사전검사 결과 정답율이 실험집단은 20.5%, 통제집단이 25%, 전체 22.8%로서 다른 문항에 비하여 비교적 높게 나타났다.

처치 후의 개념 변화 모습을 살펴보면 <표 4>와 같이 분자운동을 고려한 충돌 횟수의 증가로 인하여 압력이 커진다고 응답한 학생은 실험집단에서는 수업 전 8명(20.5%)에서 26명(66.7%)으로 46.2%의 성취율을 보였고, 통제집단에서는 9명(22.5%)에서 17명(42.5%)로 20%의 성취율을 보여 성취율이 실험집단

개념도 작성 활동을 통한 수업이 분자운동 개념 형성에 미치는 효과

문항	계 통 도	개념 유형		
1. 분자 모형	선택	① 맞다*	1	
		② 틀리다*	2	
		③ 잘모르겠다	3	
	이유 진술	A-올바른 입자적 관점	④ 공기분자의 자유로운 이동*	Aa
			⑤ 공기분자 골고루 퍼짐*	Ab
			⑥ 공기는 움직임	Ac
		B-경험적 관점	⑦ 공기는 보이지 않음	Bd
		C-연속적 관점	⑧ 공기는 짝 차 있음	Ce
			⑨ 공기는 모여있음	Cf
			⑩ 가장자리에 모여있음	Cg
			⑪ 골고루 퍼져있음	Ch
			⑫ 퍼지지 않음	Ci
		D-기타		D
2. 기체 운동 방향	선택	① 가	1	
		② 나	2	
		③ 다	3	
		④ 라	4	
		⑤ 마*	5	
	이유 진술	A-분자운동 고려함	⑥ 기체는 모든 방향으로 운동*	Aa
			⑦ 압력은 골고루 퍼짐*	Ab
			⑧ 특정 방향으로만 운동	Ac
		B- 분자운동 고려하지 않음	⑨ 기체분자 고르게 분포함	Bd
			⑩ 어느 한 방향으로만 압력 작용	Be
			⑪ 용기 안에서 똑같이 압력 작용	Bf
			⑫ 기체는 모두 같기 때문	Bg
			⑬ 기타	Bh
C-무응답		C		
3. 부피와 압력	선택	① 뒤로 밀려나온다*	1	
		② 그대로 있다.	2	
		③ 앞으로 밀린다.	3	
	이유 진술	A-분자운동 고려	④ 공기의 운동으로 밀어냄*	Aa
			⑤ 압력이 높아 밀어내기 때문*	Ab
			⑥ 공기가 빠져나감	Ac
		B-분자운동 고려하지 않음	⑦ 공기가 힘으로 밀어냄	Bd
			⑧ 막혀 있음	Be
			⑨ 안에 있는 공기 때문	Bf
			⑩ 다시 공기가 채워짐	Bg
			⑪ 공기가 빠짐	Bh
			⑫ 기타	Bi
		C-무응답		C

문항	계	통	도	개념 유형
4. 온도와 분자운동	이유 진술	A-분자운동 고려함	㉓ 기체가 운동을 더 활발히 함*	Aa
			㉔ 기체가 들어감	Ab
			㉕ 기체가 위로 올라감	Ac
		B-분자운동 고려하지 않음	㉖ 공기가 많아져 채워짐	Bd
			㉗ 다른 물질로 변함	Be
			㉘ 공기의 부피가 불어남	Bf
		C-무응답, 기타	㉙ 수증기가 채워짐	Bg
			C	C
			선택	① 부풀어오른다
	② 줄어든다*			2
	③ 그대로이다	3		
	④ 터진다	4		
	5. 기체의 확산	이유 진술	A-분자운동 고려함	㉓ 암모니아 분자운동에 의한 확산*
㉔ 공기분자의 방해*				Ab
㉕ 공기에 의한 분자운동				Ac
B-분자운동 고려하지 않음			㉖ 암모니아 기체의 단순한 흐름	Bd
			㉗ 공기에 의한 흐름	Be
			㉘ 공기의 저항	Bf
C-무응답			㉙ 기타	Bg
			C	C
			선택	① 빨간색으로 변함*
		② 다른 색으로 변함		2
③ 변하지 않음		3		
④ 무응답		4		

* 과학자적 사고

그림 2. 문항별 계통도

표 2. 기체 모형에 관한 개념 유형별 응답 비율

구분	빈도수(%)															
	1Aa*	1Ab*	1Ce	1Cf	1Cg	1Ch	2Aa*	2Ab*	2Bd	2Ce	2Cf	2Cg	2Ch	2Ci	D	계
실사	(0)	4	1	1	1	2	1	0	6	(0)	2	7	4	1	8	39
협전	(0)	(10.2)	(2.5)	(2.5)	(2.5)	(5.1)	(2.5)	0	(15.4)	(0)	(5.1)	(17.9)	(10.2)	(2.5)	(20.5)	(100)
집사	13	15	0	0	0	0	1	2	1	1	0	1	0	0	5	39
단후	(33.3)	(38.5)	0	0	0	0	(2.5)	(5.1)	(2.5)	(2.5)	0	(2.5)	0	0	(12.8)	(100)
통사	2	4	2	(0)	(0)	(0)	(0)	0	6	1	6	8	3	(0)	5	40
계전	(5.1)	(10)	(5)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	(15)	(2.5)	(15)	(20)	(7.6)	(0)	(12.5)	(100)
집사	4	5	1	0	0	0	1	3	4	2	0	4	13	0	3	40
단후	(10)	(12.5)	(2.5)	0	0	0	(2.5)	(7.5)	(10)	(5)	0	(10)	(32.5)	0	(7.5)	40

* 과학자적 사고

개념도 작성 활동을 통한 수업이 분자운동 개념 형성에 미치는 효과

표 3. 기체의 압력이 작용하는 방향에 대한 유형별 응답 비율 빈도수(%)

구분	1Ac	1Be	1Bh	2Be	3Bd	3Be	3Bf	4Ac	4Be	5Aa*	5Ab*	5Bd	5Be	5Bf	5Bg	5Bh	C	계
실사	1	4	(0)	(0)	(0)	1	(0)	(0)	3	(0)	1	2	1	12	6	4	4	39
협전	(2.5)	(10.2)				(2.5)	(0)	(0)	(7.6)	(0)	(2.5)	(5.1)	(2.5)	(30.7)	(15.4)	(10.2)	(10.2)	(100)
집사	1	3	0	0	0	0	0	0	0	14	8	0	0	0	5	3	4	39
집단후	(2.5)	(7.6)								(35.9)	(20.5)				(12.8)	(7.6)	(10.2)	
통사	1	5	1	2	(0)	1	(0)	1	4	(0)	2	2	1	15	2	2	1	40
계전	(2.5)	(12.5)	(2.5)	(5)		(2.5)	(0)	(2.5)	(10)	(0)	(5)	(5)	(2.5)	(37.5)	(5)	(5)	(2.5)	(100)
집사	0	1	0	1	0	1	2	0	2	9	10	0	0	0	5	7	2	40
집단후		(2.5)		(2.5)		(2.5)	(5)		(5)	(22.5)	(25)				(12.5)	(17.5)	(5)	

* 과학자적 사고

표 4. 부피와 압력과의 관계에 대한 개념 유형별 응답율 빈도수(%)

구분	1Aa*	1Ab*	1Ac	1Bd	1Be	1Bf	1Bg	1Bh	1Bi	2Ac	2Be	3Bh	C	계
실사	3	5	9	1	(0)	1	1	8	5	1	1	(0)	4	39
협전	(7.6)	(12.8)	(23)	(2.5)		(2.5)	(2.5)	(20.5)	(12.8)	(2.5)	(2.5)		(10.2)	(100)
집사	19	7	4	0	1	1	1	2	0	1	0	0	3	39
집단후	(48.7)	(17.9)	(10.2)		(2.5)	(2.5)	(2.5)	(5.1)		(2.5)			(7.6)	
통사	4	6	12	4	1	1	2	5	1	(0)	1	1	2	40
계전	(10)	(15)	(30)	(10)	(2.5)	(2.5)	(5)	(12.5)	(2.5)	(0)	(2.5)	(2.5)	(5)	(100)
집사	9	8	7	1	4	1	1	8	1	0	0	0	0	40
집단후	(22.5)	(20)	(17.5)	(2.5)	(10)	(2.5)	(2.5)	(20)	(2.5)					

* 과학자적 사고

에서 더 높게 나타났다. <표 4>는 부피와 압력과의 관계에 대한 응답 결과이다.

4) 온도에 따른 분자운동과 부피와의 관계

사전검사 결과 분자운동을 고려한 과학적으로 옳은 설명 유형 비율은 실험집단 12.5%, 통제집단 15%로 거의 비슷한 응답 빈도를 보이고 있다.

처치 후의 개념변화에서는 <표 5>과 같이 온도가 높아질수록 분자운동이 활발해져 부피가 불어난다고 진술한 학생이 처치 전에는 실험집단에서 5명(12.8%), 통제집단에서 6명(15%)으로 비슷하였으나, 처치 후에는 31명(79.5%), 23명(57.5%)으로 성취율이 각각 66.7%, 42.5%로서 20% 이상 실험집단에서 높게 나타났다.

개념 유형별로는 처치 전 공기가 위로 올라가 부풀어오른다는 선개념을 갖고 있던 학생 26명(32.9%, 실험집단 10, 통제집단 16) 중 17명의 학생이 바른 개념을 갖게 되었으나 나머지 9명의 학생은 선개념을 그대로 고수하거나 다른 오개념으로 바뀌어 나타났다. 대각선 방향의 18명의 학생과 나머지 8명의 학생들도 선개념을 고수하거나 다른 오개념으로 바뀌어 쉽게 과학적 개념으로 바뀌지 않음을 알 수 있다.

5) 기체의 확산

선개념 유형에서 분자운동을 고려한 올바른 설명은 암모니아 기체가 스스로 운동을 하여 퍼진다는 것으로 전체 응답율은 44.2%에 달한다. 그러나 객관식 선

택에서 진공상태에서는 기체가 운동할 수 없다는 응답율이 높아 정답율은 6.3%에 불과하였다. 다른 설명 유형에서도 진공상태에서는 기체가 운동을 하지 않는다는 선택(20.3%)이 많아 두 경우를 더할 경우 51.8%으로 절반이 넘게 진공상태에서는 기체가 운동을 하지 않는다는 오개념을 갖고 있었다.

처치 후의 개념변화 모습은 <표 6>과 같이 수업 후에 올바른 과학자적 사고를 갖는 학생이 실험집단에서 16명(41%), 통제집단에서 12명(30%)로서 낮은 성취율을 보인다. 이는 진공상태에서의 분자운동을 교과서 내용에서 다루지 않음으로서 나타난 것이라고 볼 수 있는데, 이유 진술을 보면 진공상태에서는 기

체가 움직일 수 없다는 오개념을 형성하고 있고 수업 처치가 끝난 후에도 여전히 오개념을 고수하고 있는 것을 알 수 있다. 진공상태를 고려하지 않은 상태에서의 옳은 응답율은 실험집단 87.9%, 통제집단 82.5%로 나타났다.

<표 7>은 이상 다섯 문항에 대한 결과를 정리하여 나타낸 것이다.

<표 7>에서 보는 바와 같이 학습 전 두 집단간의 과학적 개념 응답율은 10.7%, 13.5%로 통제집단이 약간 높았으나, 학습 후에는 실험집단이 64.6%로 53.9%의 성취도를 보였고 통제집단은 43.5%로 30.0%의 성취율을 보였다.

표 5. 온도에 따른 분자운동과 부피와의 관계에 대한 응답율 빈도수(%)

구분	Aa2*	Aa4	Ab2	Ac1	Ac2	Bd2	Be2	Bf2	Bg2	Bh2	C	계	
실험 집단	사전	5 (12.5)	1 (2.5)	2 (5.1)	(0)	10 (25.6)	5 (12.8)	1 (2.5)	3 (7.6)	3 (7.6)	5 (12.5)	4 (10.2)	39 (100)
	사후	31 (79.5)	0	1 (2.5)	0	0	1 (2.5)	1 (2.5)	2 (5.1)	1 (2.5)	0	2 (5.1)	39
통제 집단	사전	6 (15)	(0)	(0)	1 (2.5)	16 (40)	1 (2.5)	1 (2.5)	4 (10)	3 (7.5)	4 (10)	4 (10)	40 (100)
	사후	23 (57.5)	0	0	1 (2.5)	10 (25)	1 (2.5)	0	2 (5)	1 (2.5)	0	3 (7.5)	40

* 과학자적 사고

표 6. 기체의 확산에 대한 개념 유형별 응답율 빈도수(%)

구분	Aa1*	Aa2	Aa3	Ac3	Be3	Bg1	Bg2	Bg3	Bg4	C	계	
실험 집단	사전	2 (5.1)	3 (7.6)	13 (33.3)	1 (2.5)	2 (5.1)	(0)	1 (2.5)	5 (12.8)	1 (2.5)	11 (28.2)	39 (100)
	사후	16 (41)	0	19 (48.7)	0	0	0	0	0	0	4 (10.2)	39
통제 집단	사전	3 (7.5)	2 (5)	12 (30)	1 (2.5)	1 (2.5)	4 (10)	2 (5)	11 (27.5)	(0)	4 (10)	40 (100)
	사후	12 (30)	0	21 (52.5)	2 (5)	0	1 (2.5)	1 (2.5)	0	1 (2.5)	2 (5)	40

* 과학자적 사고

개념도 작성 활동을 통한 수업이 분자운동 개념 형성에 미치는 효과

표 7. 분자운동 개념 형성 백분율

구 분	문 항	분자모형	분자운동의 방향	부피와 압력과의 관계	온도와 부피와의 관계	기체의 확산	평균 성취도	
실험집단	사전	39	12.8	2.5	20.5	12.8	5.1	10.7
	사후	39	79.5	56.4	66.7	79.5	41.0	64.6
통제집단	사전	40	15.0	5.0	25.0	15.0	7.5	13.5
	사후	40	40.0	47.5	42.5	57.5	30.0	43.5

표 8. 실험집단과 통제집단의 사후검사에 대한 공변량 분석

변량원	자승합	자유도	평균제곱	F	Sig.
Corrected Model	135.698*	2	67.849	22.509	.000
절편	262.572	1	262.572	87.496	.000
공변량	110.449	1	110.449	36.805	.000
집단간	31.669	1	31.669	10.553	.002
오차	228.074	76	3.001		
전체	922.000	79			
Corrected Total	363.772	78			

* R Squared = .373(Adjusted R Squared = .357)

3. 사후검사에 대한 공변량 분석

개념도를 이용한 수업이 전통적인 수업에 비하여 개념변화에 어느 정도의 효과가 있는지 알아보기 위하여 두 집단간의 사후검사 평균의 차를 이용하여 변량 분석한 결과는 (표 8)과 같다.

사 후 검 사 에 서 는 ANCOVA(analysis of covariance)를 이용하여 공변량을 분석하였다.

변량 분석 결과 개념도 수업을 적용한 실험집단은 비교집단에 비해 0.05수준에서 매우 의미있는 차이를 보여 개념도를 적용한 수업이 전통적 수업에 비해 분자운동에 관한 개념 형성에 효과가 큰 것으로 나타났다.

4. 개념도 분석

실험반에게 실시한 개념도를 활용한 수업에서 개념도 작성은 총 8회에 걸쳐 작성하였는데, 개념도 평가는 최종 개념도인 제 8회 개념도를 전문가의 개념도

와 비교하여 분석하였다.

관계란 인지구조 내의 기호화되고 저장된 명제의 수를 파악할 수 있게 해주는 것으로 전문가의 관계 점수는 17점이고 학생들의 평균 점수는 9.83점으로 52.3%의 성취도를 나타내고 있어 전문가의 절반 정도의 수준에 머무르고 있으나 개념도를 이용한 학습이 진행될수록 분자운동에 대한 개념의 이해 정도가 높아지고 학습 진행에 따른 개념이 첨가되고 확장되어 가는 것을 볼 수 있었다.

위계단계는 가장 포괄적인 것에서 가장 특정한 수준으로 배열하는 것을 말하는데 가장 핵심적인 개념과 주요 하위개념들을 추출해 내어 위계에 따라 구조화하는 것으로, 학생들의 위계 점수는 21.7점으로 성취율은 86.8%에 이르고 있어 전문가 점수에 가장 근접해 있어 이 과정을 통해서 인지 구조의 위계가 어느 정도 정립되었다고 볼 수 있다.

반면 교차연결은 교과구조를 총괄적으로 파악하는 능력을 요구하는 것으로 다른 위계의 개념과의 통합

하고 개념들간의 상호관련성을 탐구하고 변별하는 능력이 요구된다. 학생들의 점수는 5.2점으로 전문가 점수에 비교하면 17.3%에 불과하여 성취가 가장 저조함을 나타내 아직 아동의 인지 수준으로는 전체를 하나의 총합적 구조로 파악하는 일이 무리임을 단적으로 나타내고 있다. 그러나 통합적 조정 능력을 기르기 위해 노력하는 흔적이 보이고 있으며 이는 누가적인 개념도 작성을 통한 수업의 영향이라고 생각한다.

예는 하나의 개념이 아니나 실생활과의 소재 및 경험내용을 관련시킴으로써 개념의 명료화를 꾀하는 것으로 학생들의 평균점수는 2.38점으로 전문가에 비해 29.7%의 성취율을 보이고 있다.

총체점수는 38.21점으로 전문가 총체점수의 47.8%에 이르고 있는데 이를 표로 나타내면 <표 9>와 같다.

5. 개념도 수업에 대한 학생들의 태도 분석

과학학습에서 개념도를 사용하는데 따른 학생들의 태도를 조사하였다. 분석 영역은 검사지 20문항을 인지적인 면과 정의적인 면으로 나누었고 다시 하위 영역으로 개념도의 효용성, 활동성, 흥미, 곤란도, 발전성으로 나누어 분석한 결과는 <표 10>과 같다.

표에 나타난 바와 같이 학생들은 대체적으로 학습

방법 중 개념도 사용에 대하여 긍정적 반응을 보였다. 그러나 정의적인 면보다는 인지적인 측면에서의 긍정적 반응이 높았다. 학생들은 개념도 활동에 대하여 거의 비슷한 가치를 부여하고 있는데 특히 효용성 면에 68.7%로 가장 높은 점수를 주고 있다. 이는 개념도 활동이 학생들의 학습 활동에서 지식의 구조를 이해하는데 효과적이라고 인식하고 있음을 의미한다.

그러나 개념도는 한 단원의 총체적인 생각을 구성하는 것이기 때문에 학생들에게 매우 어렵고 힘든 일로 여겨진다. 검사지 영역 중 정의적 측면의 곤란도에서 '보통이다'까지 포함하면 40.9%에 이르는 학생이 힘들고 어려운 것으로 느끼고 있었다. 단지 몇 개월만의 짧은 기간 동안 이를 완전히 소화하기란 학생들에게 무리였던 것 같다. 다만 수업 후 개념 분석의 결과 및 태도에 대한 검사 결과 대체로 긍정적인 응답이 더 높은 것으로 보아 지속적인 지도가 이루어진다면 더 높은 학습효과를 거둘 수 있는 학습전략이라고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

1. 결론

표 9. 학생들의 각 범주별 개념도 평균 점수 및 전문가 점수와 비교한 성취율 점수(%) 점수(%)

구분	영역	관계	위계	교차 연결	예	총체점수
	전문가 개념도		17	25	30	8
초심자 개념도		8.93(52.3)	21.7(86.8)	5.2(17.3)	2.38(29.7)	38.21(47.8)

표 10. 개념도에 대한 학생들의 태도

구분	구분	① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다	④ 아니다	⑤ 매우 아니다
		인지적	효용성	27.3	41.4	21.8
측면	활동성	20.5	47.0	23.9	5.5	3.0
	흥미	30.8	35.0	18.8	8.5	6.8
정의적	곤란도	8.5	10.2	22.2	38.5	20.5
	발전성	30.8	33.5	29.8	3.4	2.5

가. 분자운동의 선개념 유형

1) 분자 모형에 관한 이해에서 올바른 분자모형을 갖고 있는 학생은 16.5%에 불과하고, 연속적인 관점과 경험적인 관점에서 설명하는 학생이 많았고 (34.2%) 이유를 진술하지 못하는 학생도 16.5%에 이르고 있다.

2) 기체의 운동 방향성에 대한 진술에서는 올바른 과학자적 개념을 갖고 있는 학생이 3.8%에 불과하다. 주된 오개념으로는 기체는 가벼워 위로 뜬다, 기체는 무거워 가라앉는다(11.4%)와 개념형성 없이 무조건 똑같이 작용한다는 학생은 40.4%에 이르고 있다.

3) 기체의 부피와 압력과의 관계 진술에서는 과학자적 사고를 갖고 있는 학생이 22.8%로 비교적 높게 나타났다. 주된 오인으로는 계 내에서의 분자 운동으로 설명하지 못하고 밖으로 빠져나간다는 오개념이 26.6%에 이르고 있고, 분자운동의 고려 없이 공기 때문에 뒤로 밀린다는 진술도 16.5%를 차지하고 있다.

4) 온도에 따른 분자운동과 부피와의 관계진술은 올바른 과학자적 입장을 갖고 있는 학생이 13.9%에 불과하고 기체가 가벼워 위로 올라간다는 응답이 32.9%를 차지하여 경험적인 판단에 의존하고 있는 것으로 나타났다. 기열하면 공기의 분자수가 많아져 부피가 불어난다는 오개념도 6%에 이르고 있다.

5) 기체의 확산에 대한 진술에서는 많은 학생이 암모니아에 의해 색이 변할 것이라고 응답하였으나 (44.2%), 진공상태에서는 51.8%의 학생이 진공상태에서는 기체 분자가 운동을 하지 않을 것이라는 오개념을 유지하고 있었다.

나. 교수 방법에 따른 개념 변화

1) 처치에 따른 과학적 개념 응답율의 변화

학습 후 실험집단이 53.8%의 성취도를 보였고, 통제집단은 28.5%의 성취도를 보였다.

2) 처치에 따른 개념 유형별 변화

수업 전에 오개념을 갖고 있던 학생들 중 처치에 따라 과학적 사고를 갖게 된 학생들은 실험집단에서 각각 66.7%, 53.9%, 46.2%, 66.7%, 35.9%로 평균 53.8%의 학생이 과학자적 사고를 갖게되었고, 통제

집단에서는 각각 25%, 42.5%, 12.5%, 40.0%, 22.5%로 평균 28.5%가 과학자적인 사고로 전환됨으로 나타나 처치에 따른 개념변화 효과가 훨씬 큰 것으로 나타났다.

수업 전에 가지고 있던 오개념도 실험집단에서는 35.4%가 바뀌지 않고 나타나는 반면 통제집단에서는 58.0%로 나타나 많은 학생들이 선개념을 견고하게 지키고 있는 것으로 나타났으나, 그 정도는 통제집단에서 훨씬 더 크게 나타났다.

교수 방법에 따른 과학적 개념변화를 변량 분석한 결과 0.05 수준에서 통계적으로 매우 의미있게 나타났다.

이상과 같은 개념 유형별 변화로 보아 개념도를 활용한 과학 수업이 전통적인 학습법에 비해 선개념을 버리고 과학자적 개념으로 변화시켜 학생들의 개념형성과 발달에 크게 기여할 수 있는 도구임을 보여주고 있다.

다. 개념도 분석

실험반에게 실시한 개념도를 활용한 수업에서 개념도 작성은 총 8회에 걸쳐 작성하였는데, 개념도 평가는 최종 개념도인 제 8회 개념도를 전문가의 개념도와 비교하여 분석하였다.

관계 점수는 평균 9.83점으로 52.3%의 성취도를 나타내고 있어 전문가의 절반 정도의 수준에 머무르고 있으나 개념도를 이용한 학습이 진행될수록 분자운동에 대한 개념의 이해 정도가 높아지고 학습 진행에 따른 개념이 첨가되고 확장되어 가는 것을 볼 수 있었다.

학생들의 위계 점수는 21.7점으로 성취율은 86.8%에 이르고 있어 전문가 점수에 가장 근접해 있어 이 과정을 통해서 인지 구조의 위계가 어느 정도 정립되었다고 볼 수 있다.

반면 교차연결은 학생들의 점수가 5.2점으로 전문가 점수에 비교하면 17.3%에 불과하여 성취가 가장 저조함을 나타내 아직 아동의 인지 수준으로는 전체를 하나의 총합적 구조로 파악하는 일이 무리임을 단적으로 나타내고 있다. 그러나 통합적 조정 능력을 기르기 위해 노력하는 흔적이 보이고 있으며 이는 누

가적인 개념도 작성을 통한 수업의 영향이라고 생각한다.

예는 학생들의 평균점수가 2.38점으로 전문가에 비해 29.7%의 성취율을 보이고 있다.

총체점수는 38.21점으로 전문가 총체점수의 47.8%에 이르고 있는데 학생들은 수업이 진행됨에 따라 학습 내용에 포함된 각 개념을 추출하고 배열하며 상호 연관시키는 활동에 점점 익숙해짐을 볼 수 있었다.

라. 개념도 수업에 대한 학생들의 태도

학생들은 대체적으로 학습 방법 중 개념도 사용에 대하여 긍정적 반응을 보였는데, 정의적인 면보다는 인지적인 측면에서의 긍정적 반응이 높았다. 특히 효용성 면에 68.7%로 가장 높은 점수를 주고 있어 개념도 활동이 학생들의 학습 활동에서 지식의 구조를 이해하는데 효과적이었음을 알 수 있다.

이상과 같은 결과에 비추어 유의미 학습 원리에 바탕을 둔 개념도 적용 수업은 교사들에게 학생들의 개념 형성 정도를 파악하여 잘못된 개념을 바로잡아 줄 수 있고, 전통적 수업 방법의 보조 방식으로 사용하여 새로운 수업 모형을 도입하는데 드는 시간과 재교육의 기회 현상에서 벗어날 수 있을 뿐만 아니라 학생들에게는 유의미 학습으로의 전환을 가져와 개념 형성 발달을 돕고 교과 내용을 구조화하며, 자신의 그릇된 개념을 탐색하여 올바르게 발전시킬 수 있는 효과를 가져올 수 있다.

2. 제언

본 연구를 더욱 발전시키기 위한 제언은 다음과 같다.

첫째 개념도 전략이 익숙해지기 위해서는 적어도 여러 학기 이상의 개념도 작성 학습이 이루어져야 한다.

학생들의 태도검사에서 드러났듯이 효용성 면에서는 많은 점수를 주고 있으나 곤란도에서는 많은 학생들이 어려워하고 있다. 이를 해소하고 효과적인 개념도 전략이 이루어지기 위해서는 많은 연습기간이 필요하다.

둘째 개념도 작성과 평가는 교사의 주관적인 의견이 개입되므로 이를 객관화할 수 있는 연구가 필요하다.

셋째 학생들의 선개념을 알아보기 위한 설문지는

개념형성 과정을 정확히 드러낼 수 없어 이를 정확히 나타낼 수 있는 도구의 개발이 필요하다.

넷째 현행 초등학교 40분간의 시간으로 수업이 끝난 다음 개념도를 작성하는데는 아동들에게 생각할 수 있는 시간적 여유가 부족하다. 따라서 이를 해결할 수 있는 방법의 연구가 필요하다.

다섯째 개념도 작성수업과 다른 수업모형간의 개념 발달 상황을 비교해보는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

강호감 · 하정원 · 김남일 (1996). 개념도 작성을 통한 학습활동이 자연과 학업 성취도와 창의력에 미치는 영향, 초등과학교육, 15(2), 35-42.

김도옥 (1993). 개념도와 Gowin의 Vee의 효과 및 학생들의 태도에 관한 연구, 화학교육연구, 20(1), _____.

김동영 (1995). 중학교 과학 수업에서의 개념도 활용-「지각과 물질」단원에서 중학생들의 성취도를 중심으로, 석사학위논문, 서울대학교.

김일곤 (1997). Vee 다이어그램 활용 수업이 중학생의 과학적 태도와 학업성취도에 미치는 영향, 석사학위논문, 한국교원대학교.

김효남 (1992). 개념도에 의한 초등과학 교과서 중 인체영역에 대한 분석, 초등과학교육, 11(1), 35-42.

노금자 (1997). 과학적 상황과 일상적 상황에 따른 초등학생들의 용해 개념, 석사학위논문, 한국교원대학교.

박병남 (1997). 개념도 작성 활동을 통한 수업이 용해 개념에 미치는 영향, 석사학위논문, 한국교원대학교.

박성미 (1990). 분자운동에 대한 학생들의 개념 조사-국민학생과 중학생을 대상으로, 석사학위논문, 서울대학교.

이영수 (1997). 중학교 분자운동 수업에서 개념도와 Vee Diagram의 활용 효과, 석사학위논문, 한국교원대학교.

장옥화 (1992). 과학 교수 전략으로서의 개념도 활용

개념도 작성 활동을 통한 수업이 분자운동 개념 형성에 미치는 효과

- 에 관한 연구, 석사학위논문, 한국교원대학교.
- 허성범 (1996). 개념도 활용이 중학생의 분자운동 개념형성에 미치는 효과, 석사학위논문, 한국교원대학교.
- 홍미영 (1991). 고체, 액체, 기체 상태의 분자운동에 대한 학생들의 개념 조사, 석사학위논문, 서울대학교.
- Ausubel (1969). Education for rational thinking: a critique Association for the Education of Teachers in Science.
- Ausubel (1984). Education for rational thinking: a critique. Association for the Education of Teacher in Science. 174-190.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). Learning How to Learn. Cambridge, England: Cambridge, University Press.
- Novak, J. D. Meaningful Reception Learning as A Basis for Rational Thinking (1980) AETS YEARBOOK Columbus Ohio: ERIC Clearing House 192~224.
- Novak, J. D. (1980). Meaningful reception learning as a basis for rational thinking Association for the Education of Teachers in Science 192 - 224.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., Johansen. (1983). The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school students Science Education 67, 625 - 645.