

초등학교 과학 수업에 적용한 입자 모델의 컴퓨터 애니메이션 교수자료의 학습 효과

박재원 · 백성혜[†]

(서울신강초등학교) · (한국교원대학교)[†]

The Learning Effect of Teaching Materials Using Computer Animation of Particulate Model in Elementary School Science Classes

Park, Jae-Won · Paik, Seoung-Hey[†]

(Seoul Singang Elementary School) · (Korea National University of Education)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate effects of computer animations using particulate model in elementary science classes related to air pressure. To do those, four classes of 5th grade in an elementary school located in a city were selected. As an experiment group, two classes were applied the teaching materials of computer animations developed for this study based on particulate model. The other classes as a control group were not applied these materials in science classes. The total scores of experiment group in which computer animation using particulate model was applied in science classes are higher than those of the control group in the conception test. Only in one conception related to high and low atmospheric air pressure, the scores of the two groups are not significantly different at 0.05 significance level.

Key words : elementary science, particulate model, air pressure, computer animation

I. 연구의 필요성 및 목적

지난 30여 년 동안 과학 교육자들은 아동들이 가지고 있는 개념에 대해 많은 관심을 기울였으며, 이에 대한 연구를 활발히 하였다(Beveridge, 1985; Osborne & Cosgrove, 1983; Stavy & Berkovitz, 1980; Stavy, 1988; Stavy, 1990; Taiwo, et al., 1999). 이러한 연구들의 결과는 학생들이 일상생활의 경험과 자신의 직관을 통해 자연 현상에 대해 나름대로의 개념을 형성하고 있다는 것과, 형성된 개념은 다양하고 복잡하여 많은 경우 과학자의 개념과 다르다는 것을 나타내고 있다.

어린이들이 과학적 지식을 획득하는 방법은 인류 문화가 과학적 지식을 획득하는 방법과 유사하며, 어린이들의 직관적 모델은 초기 문명에서 가지는 모델과 공통점이 있다(권성기와 임청환, 2000). 즉, 학생들이 갖고 있는 물질에 대한 정신적 이미지(mental

image)는 고대 철학자들의 그것과 비슷하며, 물리적인 세계에서의 직관적인 감각에 의존하고 있다(Stavy, 1990).

그러므로, 학생들은 직관적으로 관찰되지 않는 기체를 어려워하며, 또한 학습 이전에 갖고 있는 기체에 대한 지식도 매우 빈약하다(Stavy, 1988). 따라서 학생들에게 기체 상태를 이해시키기 위한 방법의 하나로 입자 모델이 사용될 수 있으며, 학생들이 입자 개념이 부족하다면 이 점을 가르치는 것이 중요하다(Johnson, 1998).

기체 압력 개념은 교육과정에서 날씨의 변화를 학습하면서 도입하고 있다. 교육과정에서는 기체 압력의 발생 원인을 지구과학적 입장인 공기의 무게로 정의하고 있어, 학생들은 기체의 압력 작용 방향이나 밀폐된 공간에서의 기체 압력 특성의 학습에 어려움을 가진다(박종욱과 서상오, 1997). 또한, 6차 교육과정에서도 그러했지만, 7차 교육과정 역시 입자 개념

의 도입은 기체 압력 개념보다 늦게 도입되고 있다. 입자 개념의 도입이 일찍 이루어지지 않는 중요한 이유 중의 하나가 직접 관찰하기 어렵기 때문으로 생각된다. 그러나 미시 세계를 가시화 할 수 있는 매체 자료들이 발달한 지금은 그런 이유가 큰 의미를 갖지 못한다. 어떠한 개념에 대한 이해가 항상 직접적인 관찰을 요구하는 것은 아니며, 직접 관찰은 아닐지라도 모델을 제시할 수 있는 컴퓨터 애니메이션과 같은 영상 자료 등이 있기 때문이다.

영상 자료의 하나인 컴퓨터 애니메이션은 컴퓨터를 이용하여 그림을 움직이는 것을 의미하는 것이다. 컴퓨터 애니메이션은 역동적인 효과의 창출과 실제 장면을 이용할 때보다 훨씬 적은 자료를 이용해서 거의 비디오 영상과 동일한 효과를 얻을 수 있다는 점이 특징이다(김희수, 1995). 컴퓨터 애니메이션은 학생들이 직접 관찰로부터 쉽게 추론할 수 없는 잠재된 과학적 모델을 알 수 있게 하고 상호 작용함으로써 자연 세계에 대해 학습하는 것을 도울 수 있다(권성기와 임청환, 2000). 또한, 역동적이며 3차원적인 표현을 가능하게 하므로 물질에 대한 입자적 관점을 고양시킬 수 있다(Williams & Abraham, 1995). 이러한 입자 모델을 사용한 김수현(2000)의 연구 결과는

표 1. 연구 대상

구분	통제 집단	실험 집단	계
남자	51	52	103
여자	42	37	79
계	93	89	182

입자성을 강조한 동적 자료가 TP(transparency)를 이용한 정적 자료에 비해 분자 개념에 대한 학생들의 이해도와 학업 성취도 향상에 효과적임을 보이고 있다.

따라서, 본 연구는 초등학교 5학년 과학 수업에서 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 자료가 학생들의 기체 압력 개념 학습에 효과적인가를 알아보기 위한 것이다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

대전광역시에 소재한 한 초등학교의 5학년 4개 반 학생 182명을 군집 표집하였다. 선정된 학생들은 각각 2개 반씩 통제 집단과 실험집단으로 구분하였다. 집단별 학생 수와 성비는 표 1과 같다.

표 2. 실험 집단의 수업 진행

	1차시	2차시	3차시	4차시
주제	· 물질의 구성	· 공기	· 기체 압력	· 기체 압력의 발생 원인
목표	· 물질은 작은 입자로 이루어져 있음을 알 수 있다.	· 공기도 물질이며 작은 입자로 이루어져 운동하고 있음을 알 수 있다.	· 물체가 기체 압력을 받고 있음을 실험을 통해 알 수 있다.	· 기체 압력의 발생 원인은 공기 입자의 운동에 의한 것임을 알 수 있다.
관련실험	· 설탕 녹이기 · 압모니아 확산	· 종이배 놀이 · 축구공의 무게 달기	· 나무젓가락 부러뜨리기 · 흡착 고무판 놀이	· 고무공 놀이 · 주사기 놀이
애니메이션	<자료1> 설탕의 용해와 증발 <자료2> 압모니아 기체의 증발과 확산 <자료3> 얼음, 물, 수증기의 상태	<자료4> 기압이 지켜주는 배 <자료5> 기체 입자의 충돌 모형		<자료5> 기체 입자의 충돌 모형 <자료6> 주사기 내의 기체입자 움직임
	5차시	6차시	7차시	8차시
주제	· 기체 압력의 작용 방향	· 고기압과 저기압	· 흙과 물의 온도변화	· 따뜻한 공기와 찬 공기가 만날 때 공기의 움직임
목표	· 기체 압력이 작용하는 방향을 실험을 통하여 알 수 있다.	· 기체 압력과 공기의 움직임과의 관계를 설명할 수 있다.	· 흙과 물의 온도 중 어느 것이 빨리 변하는 지 실험을 통해 확인할 수 있다.	· 따뜻한 공기와 찬 공기가 만날 때 공기의 움직임을 실험을 통해 알아낼 수 있다.
관련실험	· 쏟아지지 않는 물 · 모양이 변하는 팩	· 풍선 놀이 · 연결된 주사기	· 흙과 물의 온도변화	· 대류 상자1 · 대류 상자2
애니메이션	<자료7> 기압과 컵 속의 물1 <자료8> 기압과 컵 속의 물2 <자료9> 빨대와 기압의 작용	<자료10> 기압이 다른 공기의 움직임		<자료11> 공기의 대류 현상

2. 연구 설계

1) 수업의 진행

실험 집단의 수업은 총 8차시로 이루어졌다. 실험 집단에 적용한 수업은 그 시간에 활용할 애니메이션 교수 자료와 관련된 실제 실험을 한 후, 애니메이션 교수 자료를 활용하여 수업하는 방식으로 진행되었다. 통제 집단에도 실험 집단과 동일하게 8차시 동안 관련된 수업이 진행되었다. 그러나 실험 집단의 수업은 애니메이션 자료와 연계하여 이루어졌기 때문에 통제 집단의 실험이나 수업 구성 방식은 동일하지 않았다. 특히 1~4차시까지는 실험 집단의 경우 입자 개념에 대한 이해와 기체 압력의 발생 원인에 대한 입자 모델을 이용한 설명이 애니메이션 교수 자료로 도입되었기 때문에 이 차시 동안은 통제 집단과 다르게 수업 내용이 진행되었다. 그러나 5~8차시까지는 애니메이션 자료를 투입하여 실험 결과를 설명하는 것을 제외한다면 실험 집단과 통제 집단의 수업 구성은 유사하였다. 통제 집단 수업 구성의 내용과 진행 순서는 기본적으로 교과서와 지도서에 제시된 바에 따랐다. 실험 집단과 통제 집단의 수업 진행은 각각 표 2, 3과 같다.

2) 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 자료

이 연구에서 활용한 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 자료는 실험으로 관찰되는 현상을 입자 관점으로 이해할 수 있도록 구성되었다. 이 연구에는 <설탕의 용해와 증발>, <암모니아 기체의 증발과 확산>, <얼음, 물, 수증기의 상태>, <기압이 지켜주는 배>

>, <기체 입자의 충돌 모형>, <주사기 내의 기체 입자 움직임>, <기압과 컵 속의 물1>, <기압과 컵 속의 물2>, <빨대와 기압의 작용>, <기압이 다른 공기의 움직임>, <공기의 대류 현상> 등을 나타낸 11개의 자료가 사용되었다. <설탕의 용해와 증발> 자료에서는 설탕을 구성하는 작은 입자들이 물의 입자들과 상호 작용하여 물 속에 설탕 입자들이 골고루 퍼지는 현상과 차츰 물 입자가 공기 중으로 증발하여 날아가면서 액체인 물 입자의 수가 줄어들어 다시 설탕 입자들이 석출되는 모습이 애니메이션으로 표현되었다. <암모니아 기체의 증발과 확산>에서는 비커 속의 암모니아 입자들이 차츰 공기 중으로 날아가면서 냄새가 퍼지는 현상을 애니메이션으로 표현하였다. <얼음, 물, 수증기의 상태>에서는 단단한 얼음 고체를 구성하는 물 입자들이 서로 단단히 결합되어 있는 모습으로 표현되었으며, 액체인 물을 구성하는 물 입자들은 자유롭게 서로 움직이면서 용기의 모양대로 모여있는 모습이 표현되었다. 그리고 수증기를 구성하는 물 입자들이 자유롭게 사방팔방으로 움직이는 모습이 표현되었다. <기압이 지켜주는 배>는 그림 1에 제시한 바와 같이 컵을 누를 때 컵 속에 있는 기체 입자들의 움직임에 의해 물이 수면으로부터 아래로 내려가고 배는 젖지 않게 되는 현상을 입자 모델의 애니메이션으로 표현되었다. <기체 입자의 충돌 모형>은 온도가 올라가면 기체를 구성하는 입자의 움직임이 빨라지면서 기압이 높아지는 현상이 애니메이션으로 표현되었다. <주사기 내의 기체 입자 움직임>에서는 주사기의 바늘구멍을 밀폐시키면 주사기 안에 있는 기체 입자의 수가 일정하므로 피스톤을

표 3. 통제 집단의 수업 진행

	1차시	2차시	3차시	4차시
주제	· 주위의 공기	· 공기의 무게	· 공기의 압력	· 공기의 압력 작용 방향
목표	· 우리 주위에 있는 공기에 대해 알 수 있다.	· 공기도 무게를 가지고 있음을 알 수 있다.	· 공기의 무게 때문에 공기의 압력이 생김을 알 수 있다.	· 공기의 압력은 여러 방향에서 작용함을 알 수 있다.
관련실험		· 고무 풍선 무게 달기	· 신문지를 덮고 판자 쳐 보기	· 종이로 막은 유리컵 거꾸로 들기
	5차시	6차시	7차시	8차시
주제	· 기압과 공기의 움직임	· 흙과 물의 온도 변화	· 따뜻한 공기와 찬 공기가 만날 때 공기의 움직임	· 바닷가에서 부는 바람
목표	· 고기압과 저기압에 따른 공기의 움직임을 이해할 수 있다.	· 흙과 물의 온도 중 어느 것이 빨리 변하는 지 실험을 통해 확인할 수 있다.	· 따뜻한 공기와 찬 공기가 만날 때 공기의 움직임을 실험을 통해 알아낼 수 있다.	· 바닷가에서 낮과 밤에 부는 바람의 방향이 바뀌는 것을 이해할 수 있다.
관련실험	· 주사기 피스톤 밀고 당기기	· 시간에 따른 흙과 물의 온도 측정	· 대류 상자 실험	

밀면 주사기 내부의 기체 입자들이 밀쳐지면서 다시 피스톤이 바깥으로 밀려가는 모습을 입자 모델로 표현하였다. <기압과 컵 속의 물1>에서는 물 속에서 물을 가득 채운 컵을 물 위로 올리면 물 수면을 누르는 주위의 공기 입자들 때문에 수면 위로 올라온 물 컵 속의 물이 쏟아지지 않는 현상을 애니메이션으로 표현하였다. <기압과 컵 속의 물2>에서는 물을 가득 채운 컵 위에 종이를 놓고 공기 중에서 뒤집으면 공기의 입자들이 사방팔방으로 컵 주변에 부딪침으로써 종이와 컵 속의 물이 아래로 쏟아지지 않는 모습이 표현되었다. <빨대와 기압의 작용>에서는 종이 팩에 연결된 빨대를 사람이 입으로 빨 때, 종이 팩 속의 공기 입자들이 입 속으로 들어가 줄어들면서 종이 팩 바깥의 공기 입자들이 부딪쳐 누르면서 종이 팩이 쭈그러드는 모습이 표현되었다. <기압이 다른 공기의 움직임>에서는 고기압은 구성하는 공기 입자의 수를 조밀하게 표현하고 저기압은 공기 입자의 수를 성글게 표현하였다. <공기의 대류 현상>은 그림 2에 제시한 것과 같이 모래 위의 공기 입자는 매우 활발하게 움직이면서 밀도가 성글게 되어 위로 올라가고 얼음 위의 공기는 느리게 움직이면서 조밀하게 되어 아래로 내려오면서 공기의 순환이 이루어지는 모습이 표현되었다. 옆에 입자의 온도도 표시하여 입자의 온도와 입자의 움직임을 연결할 수 있도록 제시하였다.

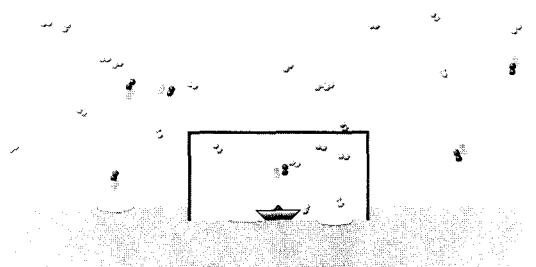


그림 1. 기압이 지켜주는 배



그림 2. 공기의 대류 현상

3. 검사 도구

1) 기체 압력 개념 검사 도구

초등학교 5학년 과학 수업에서 컴퓨터 애니메이션 자료의 교수 효과를 알아보기 위한 기체 압력 개념 검사 도구는 박종욱과 서상오(1997)의 연구와 국동식(1991)의 연구를 참조하여 연구자가 개발하였다. 검사 도구는 청주시에 있는 5, 6학년 각 1개 학급에 예비 검사를 실시하였고, 예비 검사를 통하여 나타난 문제점과 오류를 수정 보완하였다. 대상 학년 중 6학년을 포함시킨 것은, 검사지를 개발할 당시 5학년은 아직 기체 압력 개념을 배우지 않는 시기였기 때문에 이에 대한 개념을 알고 있는 학생들을 대상으로 검사지의 문제점과 오류를 확인하기 위해서였다. Cronbach's α 계수로 구한 이 검사 도구의 사후 검사 신뢰도는 0.60이며, 교과 전문가에게 타당도를 검증 받았다. 검사지는 선택형 1문항과 답을 선택한 후 답한 이유를 진술하도록 한 6문항, 총 7문항으로 구성되어 있다.

문항은 기압 차이에 의한 부피 변화, 온도 차이에 의한 부피 변화, 고기압과 저기압, 기체 압력의 작용 방향 등의 영역으로 구분하고, 표 4에 제시된 기준으로 채점하였다.

문항 6을 제외한 나머지 문항들은 이유 진술을 기준으로 점수를 부여하였다. 정답을 선택하고 이유 진술이 과학적인 경우 2점을 부여하였으며, 선택형에서는 오답을 선택하였으나, 이유 진술이 과학적인 경우와 선택형에서는 정답을 하였으나 이유 설명이 비과학적인 경우 모두 같은 점수 1점을 주었다. 이유 진술이 과학적이거나 오답을 선택한 경우는 매우 예외적으로 존재하였다. 선택형과 이유 진술이 모두 틀린

표 4. 사후 검사 문항별 점수 환산표

문항	선택형	이유진술	점수
1~5, 7	정답	과학적 개념에 속하는 진술	2
	오답	과학적 개념에 속하는 진술	1
	정답	과학적 개념에 속하지 않는 진술	1
	오답	과학적 개념에 속하지 않는 진술	0
문항	선택형	작용방향	점수
6	정답	모든 방향에서 작용/안과 바깥에 모두 작용	2
	오답	위나 아래 방향에서만 작용/안이나 밖에서만 작용	0

경우 0점으로 계산하였다. 6번 문항의 경우 이유 진술이 없고 답지가 5개로 이루어진 선택형으로 구성하였다. 이 경우에는 외부의 기압과 내부의 기압을 모두 고려하고 기압이 모든 방향에서 작용한다는 정답을 선택한 경우 2점을 주었으며, 그 외의 다른 답을 선택한 경우는 모두 0점으로 처리하였다.

4. 자료 분석

초등학교 5학년 과학 수업에서 컴퓨터 애니메이션 자료의 교수 효과를 알아보기 위한 실험 집단과 통제 집단 학생들의 개념 검사 결과를 t 검증과 비모수 통계의 한 방법인 Mann-Whitney 검정을 통해 분석하였다.

III. 연구결과 및 논의

사전 검사는 학생들이 기체 압력에 관한 수업을 하기 전에 실시하였다. 이는 수업 전에 이미 이에 대한 내용을 알고 있는 학생들을 통제하기 위한 것이다. 그러나, 대다수의 학생들이 미리 이와 관련된 개념을 모르고 있었기 때문에 선택형에는 반응하였으나 이유 진술은 거의 하지 못하였다. 따라서 사전 검사의 결과는 사후 검사의 채점과는 달리 선택형의 답이 정답일 경우에만 4점을 부여하였다. 이 결과는 사전에 실험반과 통제반 학생들의 수준이 동일한지, 관련된 개념에 관한 사전지식이 어느 정도인지 확인하기 위한 것으로, 그 결과를 표 5에 제시하였다.

사전 검사에서 실험 집단과 통제 집단의 평균은 각각 1.95와 1.90이었으며, t 검증 결과 평균값의 차이는 유의수준 0.05에서 유의미하지 않았다. 따라서, 실험 집단과 통제 집단은 동질 집단임을 알 수 있다.

표 5. 실험 집단과 통제 집단의 사전 검사 결과

	실험 집단			통제 집단			t
	N	M	SD	N	M	SD	
사전검사	88	1.95	0.71	93	1.90	0.79	0.56

표 7. 온도차에 의한 부피 변화 사후검사 비모수 통계 결과

	실험 집단			통제 집단			mann-whitney의 U
	N	평균순위	순위합	N	평균순위	순위합	
문항 2	86	102.03	8775.00	91	76.68	6978.00	2792.00*

*p<0.01.

표 6. 기압 차에 의한 부피 변화 사후검사 결과

문항	실험 집단			통제 집단			t
	N	M	SD	N	M	SD	
문항 1	89	0.90	0.74	93	0.65	0.68	
문항 3	84	1.00	0.54	90	0.87	0.50	
문항 5	87	0.74	0.75	89	0.63	0.77	
문항1+3+5	84	2.68	1.24	87	2.17	1.15	2.76*

*p<0.01.

1. 기압 차에 의한 부피 변화

기압 차에 의한 부피 변화에 대한 이해를 알아본 문항은 문항 1, 문항 3 그리고 문항 5로 각 문항에 대한 사후 검사 결과의 합을 실험 집단과 통제 집단으로 구분하여 t 검증하였다(표 6).

입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 자료를 활용한 실험 집단은 진공 상태에서 기압 차에 의한 부피 변화를 묻고 있는 문항 1, 열린 공간에서 부피 변화를 가했을 때 기압 차에 의한 부피 변화를 묻고 있는 문항 3, 그리고 닫힌 공간에서 부피를 변화시켰을 때 기압 차에 의한 부피 변화를 묻고 있는 문항 5에서 모두 교과서와 지도서의 구성 방식을 따른 통제 집단보다 평균이 높았으며 세 문항의 점수를 합산하여 구한 항목에서도 통제 집단보다 높은 평균을 얻었으며 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

2. 온도차에 의한 부피 변화

온도차에 의한 부피 변화를 묻는 문항 2에 대한 실험 집단과 통제 집단의 사후 검사 결과를 표 7에 제시하였다.

온도차에 의한 부피 변화를 이해하는 가를 알아보기 위한 문항 2에서 기체 입자 모델을 제시한 컴퓨터 애니메이션 교수 자료를 활용한 실험 집단의 평균은 1.03으로, 통제 집단의 평균 0.68보다 높았다. 두 집단의 평균이 통계적으로 유의미한 가를 알아보기 위해 비모수 통계의 한 방법인 Mann-Whitney 검정을 한 결과 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 문항 2의 사후 검사 결과에서 실

표 8. 고기압과 저기압 사후검사 비모수 통계 결과

	실험 집단			통제 집단			mann-whitney의 U
	N	평균순위	순위합	N	평균순위	순위합	
문항 4	87	92.32	8031.50	89	84.77	7544.50	3539.50

험 집단이 통제 집단 학생들에 비해 평균이 유의미한 차이를 보인 것은 학생들에게 입자의 운동 모드를 컴퓨터 애니메이션을 통해 동적으로 제시한 교수자료가 학생들의 과학적 개념 형성을 도왔기 때문이라고 할 수 있다.

3. 고기압과 저기압

고기압과 저기압에 대한 이해를 알아보기 위한 문항 4에 대한 실험 집단과 통제 집단의 사후 검사 결과를 표 8에 제시하였다.

이 문항 또한 비모수 검정을 한 결과 앞서 제시한 다른 문항의 결과와는 달리 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 교수 자료의 학습 효과가 나타나지 않았다. 이는 고기압과 저기압의 개념 형성에 컴퓨터 애니메이션 교수 자료가 큰 도움을 주지 못하였음을 의미한다. 그 이유는 여러 가지로 고찰해 볼 수 있으나 가장 큰 이유로는 고기압과 저기압을 기체 입자들의 밀도 차이로 표현한 애니메이션 자료가 학생들의 수준에 맞지 않았기 때문으로 보여 진다. 즉, 조밀한 것을 고기압으로 하고, 희박한 것을 저기압으로 표현한 이 연구의 애니메이션 자료들을 학생들이 제대로 이해하지 못한 것으로 생각할 수 있다. 이는 아직 초등학교에서 밀도의 개념이 제시되지 못하였기 때문일 수 있다. 밀도에 대한 기본 지식은 중학교에 가서야 다루어지는데, 이에 대한 기본 지식 없이 고기압과 저기압을 입자 모델의 교수 자료로 이해하는 것에는 한계가 있다고 할 수 있다.

4. 기체 압력의 작용 방향

기체 압력의 작용 방향에 대한 학생들의 이해를 알아본 문항 6과 문항 7에 대한 실험 집단과 통제 집단의 사후 검사 결과를 표 9에 제시하였다.

실험 집단과 통제 집단의 사후 검사 결과, 문항 6과 문항 7 모두 실험 집단의 평균이 통제 집단의 평균에 비하여 높게 나타났다. 문항 6은 5지 선택형으로 이유를 진술하는 항목이 없었으나, 문항 7은 선택형과 함께 이유를 진술하는 항목이 있는 문항이었다. 두 문항을 합산하여 t 검증을 한 결과 두 집단의 평

표 9. 기체 압력의 작용 방향 사후검사 결과

문항	실험 집단			통제 집단			t
	N	M	SD	N	M	SD	
문항 6	87	0.79	0.67	89	0.56	0.58	
문항 7	87	0.71	0.70	89	0.51	0.59	
문항 6+7	87	1.51	1.53	89	1.07	1.15	2.34*

*p<0.05.

표 10. 기체 압력에 관한 총점 사후검사 결과

	실험 집단			통제 집단			t
	N	M	SD	N	M	SD	
총점	84	6.06	2.52	86	4.55	2.36	4.04*

*p<0.01.

균은 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이러한 결과는, 기체 압력의 작용 방향을 지도하는 데 있어 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 교수 자료가 효과적임을 지지해 주는 것이다.

5. 검사 전체 점수의 비교

기체 압력 검사의 모든 문항의 점수를 합산하여 실험 집단과 통제 집단의 사후 검사 결과를 비교한 결과를 표 10에 제시하였다.

두 집단 간의 문항 총점의 평균을 비교한 결과, 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 따라서 전반적으로 볼 때 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 교수 자료는 학생들의 기압에 관련된 자연 현상을 이해하는데 도움을 준다고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구의 결과들을 통해 초등학교 과학 수업에서 입자 모델을 사용한 컴퓨터 애니메이션 교수 자료는 학습의 효과가 높다고 결론지을 수 있다. 그러나 연구 결과에서 이 교수 자료는 고기압과 저기압 개념에 관련된 개념 형성에는 크게 도움이 되지 못하였다. 이는 아마도 학생들이 밀도와 같은 선행 지식이 없었기 때문으로 보여진다. 따라서 선수 지식을 고려한 교수 자료의 개발이 필요하다고 할 수 있다. 이는

교육과정 구성상의 문제와도 관련된다. 따라서 교육 과정을 구성할 때, 과학 개념 형성에 필요한 선수 지식이 그 전 단계에 적절히 제공될 수 있도록 고려할 필요가 있을 것이다. 즉 고기압과 저기압의 개념을 제시하기 전 단계에 밀도의 개념이 제공된다면, 입자 모델을 적용한 컴퓨터 애니메이션 교수 자료를 이용하여 학생들의 고기압과 저기압에 관련된 과학적 개념 형성이 적절히 이루어질 수 있을 것이다. 그러나 같은 과학교육과정 안에서도 밀도의 개념은 중학교 화학 분야에서 다루고, 고기압과 저기압의 개념은 초등학교 5학년의 지구과학 분야에서 다루기 때문에 이러한 개념간의 연계가 적절히 이루어지지 못하는 경우가 종종 발생한다고 본다.

참고문헌

- 국동식(1991). 대기압, 조석, 계절변화에 대한 학생의 개념과 학년간 이해의 차이. 서울대학교 박사학위논문.
- 권성기, 임청환 역(2000). 구성주의적 과학학습심리학. 시그마프레스. [원전: Glynn, M. G., Yeany, R. & H., Britton, K. B. (1991). *The Psychology of Learning Science*].
- 김수현(2000). 초등학교 자연과 분자 단원 학습에서 입자성을 강조한 동적 자료와 정적 자료의 교수 효과 비교. 청주교육대학교 석사학위논문.
- 김희수(1995). 멀티미디어 설계와 개발. 교육과학사.
- 박종욱, 서상오(1997). 계통도(network)를 이용한 초등학생의 기체의 압력에 관한 개념 유형 연구. 초등과학교육 학회지, 16(1), 189-203.
- Beveridge, M. (1985). The development of young children's understanding of the process of evaporation. *British Journal of Educational Psychology*, 55.
- Osborne, R. J. & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-38.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10(5), 553-60.
- Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-66.
- Stavy, R. & Berkovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64(5), 679-92.
- Taiwo, T. T., Ray, H., Motswiri, M. J., & Masene, R. (1999). Perception of water cycle among primary school children in bostwana. *International Journal of Science Education*, 21(4), 413-429.
- Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education*, 20(5), 567-583.
- Williamson, V. M. & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.