구성주의적 과학수업이 대기압 개념 획득과 학습동기에 미치는 효과

박수경
(부산대학교)

The Effects of the Constructivist Instructional Model on the Acquisition of Atmospheric Pressure Conceptions and Learning Motivation

Park, Soo-Kyung
(Pusan National University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of the constructivist instructional model on the acquisition of atmospheric pressure conceptions and learning motivation. The step of constructivist instruction was prediction and explanation-experiment and observation-discussion-application.

The control group consisted of two classes of students who participated in the teacher-centered instruction. The experimental group consisted of two classes of students who participated in the constructivist instruction. To examine students' preconceptions before the instructions, a preconceptions test was administered. After the instructions, students' acquisition of atmospheric pressure conceptions and learning motivation were measured with a researcher-made post-conceptions test and The Course Interest Survey.

The results from this study were as follows: First, the constructivist instruction is more effective method in acquisition of atmospheric pressure conceptions and learning motivation than the teacher-centered instruction. Therefore, in order to increase the acquisition of science conceptions and to decrease the science misconceptions, we need to use the constructivist instructional model which make learners self check their own preconceptions of science.

Second, the constructivist instruction is more effective than teacher-centered instruction in three elements of learning motivation. So, we need to develop the effective ARCS(attention, relevance, confidence, satisfaction) strategies in order to use the constructivist instructional model and to verify it' s effectiveness.

Third, to improve teaching and learning methods, educational researchers should carry out studies using many points of view than studies biased constructivism or objectivism. In this respect, we need to contrive how to integrate constructive view points and objective view points.

Key words: constructivism, objectivism, constructivist instructional model, science misconceptions, atmospheric pressure conceptions, learning motivation.

*1998년 7월 27일 받음

Ⅰ. 연구의 배경 및 목적

교수·학습 이론 분야에서 가장 영향력 있었던 패러다임 중의 하나인 객관주의 접근에 의하면 학습은 외현적 행동의 변화이며 학습결과는 관찰 가능한 행동에 의해 측정되어야 한다. 즉 수업의 기능은 실재 세계를 구조화한 지식을 전달하는 것이며, 학습은 능동적인 과정이라기 보다는 정보의 수동적인 획득이므로 학습자는 전달된 정보를 얼마나 잘 반영하느냐에 의해 평가된다. 그러므로 수업의 목표, 수업에서 가르칠 개념의 계열이 수업설계자나 수업자에 의해 미리 결정될 필요가 있다. 전형적인 객관주의적 수업설계 모델의 주 요소들로는 행동목표의 확인, 출발점 행동, 과제분석, 과제 분석에 따라 계열화된 수업, 준거지향 검사 등이 있다(Dick & Carey, 1978).

이러한 객관주의 패러다임은 교수·학습의 과정에 대하여 체제적으로 접근하여 처방적인 모델을 제시한 점에서 그 공헌이 지대하지만 근래에 와서 일부 학자들은 객관주의 접근에 의문을 제기하고 있다(Duffy & Jonassen, 1991a, 1991b; Jonassen, 1991). 이들이 제기하는 의문점들로는 '학습자의 행동적 수행만으로 그들이 이해한 내용을 얼마나 정확히 검사할 수 있나?', '수업설계자나 수업자가 세분화해 놓은 출발점 행동은 학습자의 출발점을 진정으로 나타낸다고 할 수 있나?', '과제분석은 학습자가 지닌 논리적 계열을 따르고 있나?', '준거지향 검사로 학생들의 이해를 제대로 검사할 수 있나?' 등이다. 이들에 의하면 객관주의 접근에는 사전 결정되는 과제분석이 학습자의 사고 과정이 아닌 전문가들의 논리적 계열을 따르고 있으며, 수업을 좀 더 효과적으로 만들기 위해 수업과제를 지나치게 단순화시켰다고 지적한다(Chang, 1993).

이러한 객관주의 접근에 대한 대안으로, 인간의 지식은 개개인의 능동적 참여로 구성된다고 주장하는 구성주의 접근이 대두되었다. 구성주의적 입장에서는 학습자가 백지상태인 채 피동적으로 새로운 개념을 받아들이는 것이 아니라, 주체적인 입장에서 자기의 개념을 재조직해 가는 것이 학습의 과정이라고 본다. 즉 객관주의가 학습의 산출에 초점을 두는 반면 구성주의는 학습의 과정을 강조한다. 구성주의 접근의 기본 가정은 학자들에 따라 약간의 차이를 보이고 있으나(Merrill, 1991; Fosnot, 1988; Duffy & Jonassen, 1991a), 지식은 개인의 경험에 근거하여 개인적인 의미를 어떻게 구성하느냐에 따라 다르게 구성될 수 있음을 전제로 하는 점에서는 일치한다.

교수원리 측면에서 객관주의와 구성주의를 비교해 보면 객관주의는 현실을 규칙과 법칙으로 이해될 수 있다고 본 만큼 수업설계도 미리 수업전에 계획할 수 있는 것이며, 지식은 보편적인 것인 만큼 학생 당사자가 아닌 수업설계자나 교사의 입장에서 선택된 것은 당연히 모두에게 중요하고 의미있는 것이라고 가정한다. 마찬가지로 수업 결과를 평가할 경우에도 미리 결과를 예측하여 그것을 기준으로 하여 객관적인 평가를 내릴 수 있다고 본다. 반면에 구성주의에서는 진리나 지식은 사회적 참여를 하고 있는 개인의 인지적 작용의 결과인 만큼, 주관적인 흥미와 관심에 중점을 두며 교사나 수업설계자들에 의해 미리 결정된 세부적인 학습목표라는 것을 거부한다. 대신 교사는 수업의 전체적인 목표만을 제시하고 세부적인 목표는 학생들 스스로 수업을 진행해 나가면서 자신의 흥미와 관심, 수준 등을 고려해서 결정해 나가게 된다.

교수설계 영역에서 구성주의에 대한 논의는 90년대 초반 미국 교육공학지에서 다루어지면서 본격적으로 시작되었다. 이후 구성주의는 행동주의를 비판하면서 교수설계와 관련된 연구를 새롭게 정립하는 시도(Fosnot, 1988; Jonassen, 1991; Duffy & Jonassen, 1991a, 1991b; Wilson, 1993)로 나타났고, 컴퓨터를 활용한 새로운 매체들의 이론적 기초로서 집중적인 논의가 이루어졌다(Spiro et al., 1991; CTGV, 1992). 한편 현대의 인식론자들은 과학지식이 발견되는 것이 아니라 구성된다고 보는 인식론을 받아들여 과학지식이 학습자들의 능동적인 학습활동을 통해서 구성되거나(Driver, 1983), 학습자가 이미 파지하고 있는 사전지식이 새로운 의미로 변화되거나 발달함으로써(Ausubel, 1968) 획득된다고 주장한다. 이처럼 학습자들이 파지하고 있는 과학지식은 외부로부터 주어진 정보가 누적되어 나타난 결과가 아니라, 외부로부터 주어진 자료에 대해서 새로운 의미를 부

여하거나 기존의 관련 선행지식이 분화되고 세련화된 상태라는 것이다. 과학개념 학습에 대한 이와 같은 관점도 구성주의 인식론과 맥락을 같이 하는 것이다. 학습자들이 학습 전에 미리 지니고 있는 지식은 선행개념, 오개념, 대체적 개념, 유년기 개념, 직관적 개념 등으로 다루어진다.

이렇게 볼 때 교수설계 분야에서 제시하는 구성주의적 수업원리를 바탕으로 지구과학 분야 오개념을 교정하기 위한 수업모형을 개발하고 이를 실제 수업에 적용하고 그 효과를 밝힐 필요가 있다. 따라서 본 연구의 목적은 구성주의적 과학수업 모형을 개발하고 이를 중학교 과학 수업에 적용해본 결과 학습자의 과학개념 획득과 학습동기에 미치는 효과를 밝히는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해, 객관주의 교수원리에 근거한 교사중심 수업과 구성주의 교수원리에 근거를 둔 구성주의적 수업이 중학생의 대기압 개념 획득과 학습동기에 미치는 효과에 차이가 있는지를 비교, 분석하고자 한다. 본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 구성주의적 수업과 교사중심 수업이 학습자의 대기압 개념 획득에 상이한 효과를 나타내는가?
2. 구성주의적 수업과 교사중심 수업이 학습자의 대기압에 대한 오개념 감소에 상이한 효과를 나타내는가?
3. 구성주의적 수업과 교사중심 수업이 학습동기에 상이한 효과를 나타내는가?
4. 구성주의적 수업과 교사중심 수업이 학습동기의 4가지 요소별로 상이한 효과를 나타내는가?

II. 연구 내용 및 방법

1. 구성주의적 과학수업 모형의 개발

본 연구에서 개발한 구성주의적 과학수업 모형은 예측과 설명 단계(선행개념 확인) -실험 및 관찰 단계(인지갈등 단계) -토론 단계(개념의 재구성)-적용단계(문제해결 및 응용단계)로 이루어진다. 본 수업전략에 의하면 어떤 현상에 대한 예측활동을 통해 학습자는 자신의 선행개념을 확인하게 될 것이고, 예측에 대한 이유를 설명함으로써 자신의 예측에 대한 근거를 생각하게 된다. 학습자들의 예측이 단지 짐작에 불과할 때가 많기 때문에 예측에 대한 설명을 해야만 자신의 예측을 지지할 경험을 좀 더 깊이 생각하고 확인하게 된다(Sinclair & Good, 1991).

본 연구에서 실시한 구성주의적 수업전략이 구성주의 학습원리에 부합되는 점을 구체적으로 살펴보면 첫째, 생활주변에서 발생하는 현상을 실험의 소재로 하여 자칫 무의미하기 쉬운 과학 학습과제를 학습자에게 의미 있는 것으로 제시하고자 하였다. 이로써 학습자들은 학습하는 목적이나 이유를 인지함으로써 학습에 적극적으로 참여하게 된다.

둘째, 본 연구의 구성주의적 수업에서 교사는 학습자들이 실험할 때 부딪치는 어려움을 지원해주고 경우에 따라서는 실험이나 토론에 함께 참여하며 학습의 과정을 조정해 주는 코치의 역할을 수행하였다. 이는 전통적인 수업에서와는 달리 교사가 지식의 전수자가 아니며, 조언자라는 느낌을 가지도록 하여 학습자 중심의 학습이 이루어지도록 한 것이다.

셋째, 실험과 토론을 위해 소집단 협동학습을 실시하여, 동료 학습자들과의 상호작용을 통해 학습자들은 다양한 관점과 시각을 접하게 되어, 보다 깊은 사고와 학습을 하게 된다. 본 연구에서 개발한 구성주의적 과학수업모형의 단계와 전략을 Table 1에 제시하였다.

본 연구에서의 교사중심 수업은 교사가 실험의 목표를 미리 알려주고 시범실험 하면서 학습내용을 설명해 주며 학생은 교사의 실험을 관찰하고 교사의 설명을 듣는 과정을 거친다. 이러한 교사중심 수업은 수업의 목표와 결과를 교사가 미리 과제 분석한 계열에 따라 교사가 실험을 실시하고 그 결과의 지식을 학습자들에게 전달하는 점이나, 학생들은 자신이 지닌 개념을 재구성하기보다는 교사가 전달한 지식을 수동적으로 획득한다는 점에서 객관주의 교수원리에 근거하는 것이다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상은 부산 시내에 소재 하는 단일 남

Table1. Step and strategies of constructivist instructional model implemented in this study

Step	Strategies
Prediction and explanation	The teacher make the students predict and explain the cause of their predictions.
Experiment and observation	The teacher ask students to experiment and observe the results of experiment. The teacher ask students to compare results of their experiment with their predictions, and to have them make cognitive conflicts.
Discussion	The teacher have the students who are divided into small group, discuss the results of their experiment. Discussing their experiment results, they present their ideas and compare other students' ideas.
Application	The students apply their science conceptions to solving problem in a new contexts.

자 중학교의 2학년을 대상으로, 무선 표집한 4개 학급의 총인원 160명이다. 연구대상자들의 사전 학업성취도와 탐구능력 평가 점수를 고려하여 학습능력이 상이한 구성원으로 소집단을 구성하였다.

교사중심 수업을 받은 집단(비교집단)과 구성주의적 수업을 받은 집단(실험집단)간에 과학 개념 사전검사 점수와 학습동기 사전검사 점수에 통계적으로 의미 있는 차이가 없었다. 따라서 두 집단이 동질 집단이라 할 수 있다.

3. 수업의 차시별 내용과 목표

본 연구에서는 중학교 과학에서 지구과학 분야의 주요 개념인 대기압 개념을 선정하여 수업하였다. 대기압 개념은 지구과학의 여러 개념 중 추상적 개념으로서 초·중·고등학교에 걸쳐 연속적으로 학습되며, 무게·밀도·기온·압력·인력·운동 등의 기초개념이 이해되어야만 인지될 수 있는 학생들에게 어려운 개념으로 인식되고 있다(국동식, 1994).

중학교 2학년 과학 교과서의 '대기와 물의 순환'이라는 대단원 내 '날씨의 변화'라는 중단원에 실려 있는 대기압 관련 내용을 과제 분석을 통하여 7차시 분량의 수업내용을 작성하였다. 본 연구에서 실시된 수업의 차시별 목표는 Table2 와 같다.

4. 검사도구

본 연구에서 사용한 과학개념 검사도구는 실험 처

Table 2. The objectives of instruction implemented in this study.

Lesson	Instructional objectives
1	• To identify the atmospheric weight and atmospheric pressure.
2	• To know the evidence of direction of atmospheric pressure.
3	• To explain relations of atmospheric pressure and temperature.
4	• To operate a simple baroscope and to explain the principle of measurement of atmospheric pressure.
5	• To know change of atmospheric pressure according to altitude.
6	• To explain high atmospheric pressure and low atmospheric pressure relate to air convection.
7	• To explain relations of the distribution of atmospheric pressure and the wind.

치한 7차시의 수업목표와 내용을 근거로 연구자가 교과 내용 전문가와 협의하여 개발하였으며 선택 후 이유진술형의 7문항으로 구성된다. 개념검사 문항의 채점은 무응답 이거나 비과학적 개념은 0점, 오개념이 포함된 부분적 이해는 1점, 오개념이 포함되지 않은 부분적 이해는 2점, 과학적 이해는 3점으로 21점 만점으로 처리하였다.

예를 들어 기온과 기압의 관계에 대한 응답을 채점한 결과를 살펴보면 다음과 같다. '병에 손을 대면 병 속의 공기 운동이 활발해져 수면을 밀어 물이 유리관을 타고 올라간다'고 응답한 경우에는 과학적 개념으로 분류하고, '내부의 압력이 낮아져서', '병속의 기압이 낮아져서' 등의 응답은 비과학적 개념으로 분류하였다. 오개념이 포함된 부분적 이해의 사례로는 '병 속의 물의 압력이 커져서', '병 속의 물이 분자 운동이 커져서' 등이다. 그리고 오개념이 포함되지 않은 부분적 이해의 사례로는 '손에 있던 열이 병으로 전달되어 온도가 높아져서', '온도가 높아져 분자 운동이 활발해져서' 등이 있다.

본 검사도구를 교과교육을 전공하는 지구과학 교사 3명에 의뢰하여 결정된 내용 타당도 지수는 .82이다. 그리고 실험집단의 사전 검사 결과로 결정된 Cronbach's α계수는 .74로 나타났다.

그리고 본 연구에서 사용한 학습동기 검사도구는 Keller(1987)의 The Course Interest Survey를 번안하여 우리 실정에 맞게 변형한 것으로, 총 34문항으로 구성된다. 그러나 본 연구는 수업 직후에 설문지 검사를 실시하였기 때문에 학생이 평가를 통해 받을 점수나 교사의 견해 등에 대한 만족도 검사는 불가하였다. 따라서, 이와 관련된 문항 3개를 제외하고 주의력 8문항, 관련성 9문항, 자신감 8문항, 만족감 6문항의 총 31문항으로 각 문항은 Likert 5점 척도로 구성된다. 본 연구의 실험 전에 동일학교 실험집단 외 한 학급을 선정하여 본 검사도구를 투입한 결과 Cronbach's α계수가 주의력 영역 .71, 관련성 영역 .73, 자신감 영역 .59, 만족감 영역 .60으로 나타났고 전체는 .76의 신뢰도를 보였다.

본 연구에서 자료의 모든 통계처리는 SPSS/PC+를 이용하였다.

III. 결과 해석 및 논의

1. 구성주의적 과학수업이 대기압 개념 획득에 미치는 효과

교사중심 수업을 받은 비교집단과 구성주의적 수업을 받은 실험집단의 과학개념 획득에 상이한 효과가 나타내는지를 검증하기 위하여 두 집단의 과학개념 검사 점수에 대한 t-검증을 실시한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. T-test results on the scores of science conceptions test.

Group	N	M	SD	df	t
control group	80	10.45	5.01	158	2.25*
experimental group	80	12.08	4.06		

* $p<.05$

Table 3의 결과에 의하면 구성주의적 수업을 받은 집단의 과학개념 점수는 21점 만점에서 12.08 로, 교사중심 수업을 받은 집단의 10.45에 비해 유의미하게 높게 나타났다($p<.05$). 즉 학습자들이 자신의 선행개념을 확인하고, 관찰과 토론을 통해 개념을 능동적으로 형성하도록 한 본 연구의 구성주의적 수업전략이 교사가 주도적으로 시범 실험하고 설명하는 교사중심 수업보다 과학개념 획득에 효과적인 것으로 밝혀졌다.

이러한 결과는, 학습자가 가진 개념을 미리 진술하도록 하고 토론을 실시한 수업의 결과, 질량과 에너지 법칙의 물리개념에 대한 성취도가 높게 나타난 연구(Basili & Sanford, 1991)의 결과와 일치한다. 또한 구성주의적 수업전략에 의하여 아동들의 소리에 관한 개념이 과학적으로 변화되었음을 보고한 연구(김연일, 1992)의 결과와도 일치한다.

구성주의적 수업이 긍정적인 효과를 나타낸 선행연구들은 대부분 한 두 개념을 수업모형이 의도하는 바에 따라 충분한 시간을 가지고 학습시킨 반면, 본 연구는 현행 교육과정에 맞추어 실시함으로서 현장 적용 가능성이 크다는 점에서 의의가 있다고 본다.

2. 구성주의적 과학수업이 과학 오개념 감소에 미치는 효과

본 연구에서 실시한 대기압 개념 검사의 하위 영역 중 기온과 기압의 관계, 높이에 따른 기압의 변화, 대류현상과 기압, 기압과 바람에 대해 나타난 오개념의 유형별로 응답자 수와 비율을 분석하면 다음과 같다.

1) '기온과 기압의 관계'에 관한 오개념 감소

기온과 기압의 관계에 대한 개념을 검사하기 위하여 두께가 얇은 병속에 착색한 물을 약간 넣고 유리관을 꽂아 손으로 잠시 쥐고 있은 후 나타나는 변화와 그 이유를 기술하도록 하였다. 이때 과학적 개념은 열에 의해 유리병속의 기체분자운동이 활발해져 물수면을 밀어 유리관 속으로 물이 올라간다는 것이다.

각 오개념 유형별로 응답한 학생의 수와 전체인원에 대한 비율을 나타내면 Table 4와 같다.

Table 4. The number of respondents by the type of misconceptions about the relations of atmospheric pressure and temperature.(%)

Group / type of misconception	Control group (N=80) pre-test	Control group (N=80) post-test	Experimental group (N=80) pre-test	Experimental group (N=80) post-test
A[1]	25(31.2)	19(23.8)	24(30)	11(13.8)
B[2]	22(27.5)	18(22.5)	21(26.3)	15(18.8)
C[3]	16(20)	5(6.3)	15(18.8)	3(3.8)
D[4]	5(6.3)	3(3.8)	4(5)	2(2.5)

1) As the water molecule move actively by heat, the water in the glass pipe rises.
2) As the water temperature was changed, the water in the glass pipe rises.
3) The air convection makes the water in the pipe rise.
4) A low air perssure in the glass pipe makes the water in the pipe rise.

Table 4에서 제시한 오개념의 유형별 원인을 분석해보면 다음과 같다.

A유형의 오개념은 '열에 의해 물분자의 운동이 활발해져서 유리관으로 물이 올라간다'는 것으로 물질의 상태에 따른 분자운동의 차이를 완전히 이해하지 못하고 열에 의해 부피가 커진다는 점만을 강조하여 인식한 것이 오개념의 근원이 된다. B유형 오개념은 단순히 '열 때문에' 혹은 '온도가 변해서 물이 올라간다'는 것이고 D유형의 오개념은 '유리관 속의 기압이 낮아져 물이 올라간다'는 것으로 이는 학습자의 인지구조가 미분화되고 인과 관계적 개념에 대한 사고가 부족한 데 그 근원이 있다. 또한 C유형의 오개념은 '대류현상 때문에 물이 올라간다'로 설명한 경우, 이는 실험내용상 기압 변화를 물의 높이 변화로 보여주는데 기인한 것으로 보인다.

Table 4에서 A유형 오개념의 감소율을 보면 교사중심 수업에서 31.2%에서 23.8%로, 구성주의적 수업에서는 30%에서 13.8%로, 구성주의적 수업에서 오개념 감소율이 높게 나타났다. 또한 기온과 기압을 관련지어 설명하지 못한 B유형이나 대류현상으로 설명한 C유형, 유리관 속의 기압이 낮아져 물이 올라갔다는 D유형의 오개념 전체적으로 볼 때 교사중심 수업보다는 구성주의적 수업에서 더 많이 감소함을 알 수 있다.

이로써 구성주의적 수업에서 기온과 기압의 관계에 대하여 예측을 하고 그 예측에 대한 이유를 설명해 봄으로써, 과학적 개념 중 일부분만을 이해하여 잘못 적용하여 발생하는 오개념이 감소한 것으로 해석된다. 또한 구성주의적 수업에서 동료 학습자들과 상호작용을 통하여 다양한 관점을 접함으로써, 학습자의 인과 관계에 대한 사고가 발달된 것으로 볼 수 있다.

2) '높이에 따른 기압의 변화'에 관한 오개념 감소

이 문항은 풍선이 높이 올라갈 때 고도에 따라 모양이 어떻게 변하며 그 원인은 무엇인가를 묻는 것이다. 여기서 높이 올라갈수록 밖에서 누르는 기압이 적어지므로 풍선 속의 분자운동이 상대적으로 활발해져 풍선의 모양이 균일하게 커진다는 응답이 과학적 개념이다. 각 오개념 유형별로 응답한 학생의 수와 전체인원에 대한 비율을 나타내면 Table 5와 같다.

Table 5. The number of respondents by the type of misconceptions about the change of atmospheric pressure according to altitude(%).

Group / type of misconception	Control group (N=80) pre-test	Control group (N=80) post-test	Experimental group (N=80) pre-test	Experimental group (N=80) post-test
A[1]	16(20)	9(11.2)	17(21.3)	8(10)
B[2]	20(12.5)	5(6.3)	9(11.3)	3(3.8)
C[3]	8(10)	4(5)	8(10)	3(3.8)

1) When the balloon goes up higher it bursts out because of high air pressure
2) The higher the balloon goes up, the smaller the volume of the balloon becomes, for the air in it goes out.
3) The higher the balloon goes up, the smaller the volume of it becomes, for the quantity of the air become thin.

Table 5에서 제시한 오개념의 유형별 원인을 분석해보면 다음과 같다.

A유형의 오개념은 '올라갈수록 기압이 커져 압력을 많이 받기 때문에 풍선이 터진다'는 것이다. 이는 지각 우위적인 사고에 기인하는 것으로, 높이 올라가면 풍선이 터진다는 시각적 경험이 인상깊게 지각되어 나타난 오개념으로 볼 수 있다.

B유형의 오개념은 '올라갈수록 공기가 빠져나가 공의 부피가 작아진다' 는 것이고 C유형의 오개념도 '올라갈수록 공기양이 적어지므로 공의 부피도 작아진다'는 것으로 이는 문제의 상황에 해당하는 조건을 파악하지 못하는데서 생긴 오개념이라 할 수 있다.

Table5에서 A유형 오개념의 감소율을 보면 교사중심 수업에서 20%에서 11.2%로, 구성주의적 수업에서는 21.3%에서 10%로 감소하여 교사중심 수업보다 구성주의적 수업에서 오개념의 감소율이 약간 높게 나타났다.

높이에 따른 기압의 변화에 관한 오개념 감소율이, 다른 문항과 비교해 볼 때 교사중심 수업과 구성주의적 수업간의 차이가 적음을 알 수 있다. 이는 전체 7차시 중에서 본 차시만이 구성주의적 수업 단계에서 예측 활동이 생략된데 기인하는 것으로 학습들이 자신의 생각을 미리 점검해보는 예측 활동이 구성주의적 수업에서는 필수적임을 보여주는 것이다.

3) '대류현상'에 관한 오개념 감소

이 문항은 투명한 유리상자 속에 켜 놓은 촛불 위에 향 연기를 피웠을 때 연기가 어떻게 움직이는지 또 그 이유는 무엇인지를 물음으로써 대류현상에 대한 이해를 측정하는 것이다. 대류현상에 관하여 나타난 오개념의 원인을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 Gilbert 등(1982)이 주장한 바와 같이, 학생들은 감각기관을 통해 지각하는 현상이 아닐 때는 인식하지 못한다는 점에 근거하면 대기의 대류현상이 시각적으로 경험되지 못하므로 개념 형성이 어려운 것으로 보인다. 또한 향 연기가 퍼지기를 좋아한다는 것과 같은 물활론적 사고도 드물게 나타났다.

각 오개념 유형별로 응답자 수와 비율은 Table 6과 같다.

Table 6. The number of respondents by the type of misconceptions about the air convection(%).

Group / type of misconception	Control group (N=80) pre-test	Control group (N=80) post-test	Experimental group (N=80) pre-test	Experimental group (N=80) post-test
A[1]	15(18.8)	12(15)	16(20)	10(12.5)
B[2]	13(16.2)	6(7.5)	13(16.3)	4(5)
C[3]	1(1.3)	1(1.3)	3(3.8)	1(1.3)

1) The direction of convection was misdirected.
2) The cause of air convection couldn't be explained.
3) The cause of the air convection is the low atmospheric pressure.

Table 6에서 대류의 방향을 표시하지 못한 A유형 오개념은 교사중심 수업에서는 18.8%에서 15%로, 구성주의적 수업에서는 20%에서 12.5%로 감소하였다. 대류의 원인을 설명하지 못한 B유형 오개념이나 대류의 원인을 낮은 기압으로만 설명한 C유형 오개념 감소율도 교사중심 수업보다는 구성주의적 수업에서 높게 나타났다.

따라서 대류현상에 대한 이해에 있어, 관찰결과와 자신의 예측을 비교하도록 한 구성주의적 수업이 교사중심 수업보다 감각적으로 경험하기 어려운 부분을 보완하여 오개념을 감소시킨 것으로 해석된다.

4) '기압배치와 바람'에 관한 오개념 감소

이 개념을 검사하기 위해 바람이 부는 원인을 기술하도록 하였고 실제의 기압수치가 나타나 있는 일기도에서 바람의 방향을 표시하도록 하였다.

기압배치와 바람에 관한 오개념의 유형과 응답자 수는 Table 7과 같다.

Table 7. The number of respondents by the type of misconceptions about the relations of the distribution of atmospheric pressure and the wind. (%).

Group / type of misconception	Control group (N=80) pre-test	Control group (N=80) post-test	Experimental group (N=80) pre-test	Experimental group (N=80) post-test
A[1]	14(17.5)	10(12.5)	14(17.5)	8(10)
B[2]	16(20)	8(10)	18(17.5)	7(8.8)
C[3]	17(21.3)	14(17.5)	17(21.3)	13(16.3)

1) The difference in the air temperature in the cause of wind.
2) The direction of the wind demonstrated reversely.
3) The wind resulted from the air pressure.

Table 7에서 A유형 오개념은 바람의 원인을 온도차이로 설명한 경우로 교사중심 수업에서는 17.5%에서 12.5%로, 구성주의적 수업에서는 17.5%에서 10%로 감소하였다. 이외에도 일기도에서 바람의 방향을 반대로 나타낸 B유형 오개념이나 단순히 기압 때문이라고 설명한 C유형 오개념 전체로 볼 때 구성주의 수업이 교사중심 수업보다 오개념 감소율이 약간 차이가 있음을 알 수 있다.

기압의 배치와 바람에 관한 개념 검사 결과, 기압의 원인은 바르게 기술하였으나 실제 일기도에서는 반대로 나타내는 경우가 많았다. 이는 과학적 현상을 나타내는 교과서적인 용어를 단순히 암기하고 정의하는 것일 뿐, 그 현상자체를 이해하는 것은 아니라는 점을 보여주는 예라 할 수 있다.

또한 본 연구의 주제가 일상 생활에서 자주 경험하는 개념들인데도 불구하고 구체적이고 깊이 있는 물음에 피상적인 대답을 하고 있는데서 나타나듯이 과학수업에서 배우는 과학적 개념들이 학생들에게는 추상적으로 지각될 수 있다. 더욱이 학생들이 경험해 보지 못한 어떤 현상은 더욱 추상적으로 지각된다. 학생들은 자신들의 경험에서 얻어진 개념 형태가 논리적이고 과학적이라고 나름대로 생각하고 있기 때문에, 이러한 생각은 과학수업에 의해 변화되지 않고 남아 있을 수 있으므로 이에 대한 교정이 필요하다.

3. 구성주의적 과학수업이 학습동기에 미치는 효과

수업에서 동기를 결정짓는 여러 가지 변인들을 제시해 주는 최근의 이론이 Keller의 ARCS 동기유발 이론이다. 학습 동기에 대한 여러 가지 이론을 바탕으로 교육 실무자들에게 유용한 전략으로 제시한 ARCS이론의 핵심적인 4 가지 요인은 주의력(attention), 관련성(relevance), 자신감(confidence), 만족감(satisfaction)이다. 즉 수업에서 주의력을 집중시키고, 학습자들의 요구나 흥미와 학습할 내용을 관련시키고, 학습자들에게 새로운 능력을 획득할 수 있다는 자신감을 고취시켜 주고, 학습과제를 성공적으로 수행한 결과에 따라서 만족감을 갖도록 하는 것을 그 핵심 요소로 한다(Keller, 1987).

본 연구에서는 교사중심 수업, 구성주의적 수업이 학습자의 학습동기에 상이한 효과를 나타내는지를 검증하였다. 학습동기의 4가지 요소별로 두 실험집단의 점수를 비교, 분석한 결과는 Table 8과 같다.

Table 8 의 결과로 교사중심 수업과 구성주의적 수업이 학습동기의 각 요소별로 미치는 효과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 동기의 주의력 요소에 있어 구성주의적 수업 집단의 점수가 3.47로 교사중심 수업 집단의 3.29에 비하여 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다($p<.01$). 주의력은 동기의 필수요소이며 학습의 필수조건으로 학습자의 주의를 어떻게 끌고 유지시키는가,

Table 8. T-test results on the scores of learning motivation test.

	Group	N	M	SD	df	t
Attention	Control group	80	3.29	.36	158	2.83**
	Experimental group	80	3.47	.44		
Relevance	Control group	80	3.26	.34	158	4.01***
	Experimental group	80	3.49	.37		
Confidence	Control group	80	3.19	.35	158	1.57
	Experimental group	80	3.28	.38		
Satifaction	Control group	80	3.16	.51	158	2.85**
	Experimental group	80	3.38	.47		
Total	Control group	80	3.24	.38	158	2.82**
	Experimental group	80	3.41	.42		

** $p < .01$ *** $p < .001$

그리고 어떻게 하면 학습자의 관심을 학습자극에 집중시키는가와 관련된다. 학습에 있어서 주의력은 감각적 호기심만이 아닌 지적 호기심과 감동을 동시에 유발해야 한다. 본 연구의 구성주의적 수업에서는 학습자 스스로 자신의 개념을 확인하고 관찰과 토론을 통하여 수업에 적극적으로 참여하게 되어 감각적 호기심 뿐 아니라 지적인 호기심이 동시에 유발시키는데 효과가 있다고 분석된다.

둘째, 학습동기의 관련성 요소에 있어 구성주의적 수업 집단의 점수는 3.49로 교사중심 수업 집단의 3.26에 비해 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다 ($p < .001$).

관련성 요소는 '내가 왜 이 과제를 공부해야 하는가', '이 학습이 나의 흥미와 목표에 어떠한 관련성을 가지고 있는가?' 등과 같은 학습을 해야하는 이유에 대한 의문에 긍정적인 대답을 할 때 증진된다. 이를 위한 첫째 방법은 수업의 유용성을 보여주는 것이며, 둘째는 학습자체에서 즐거움을 찾고 가치를 인식하도록 도와주는 것이다. 마지막으로 학습의 과정이 학습자 개개인의 요구나 특성에 맞게 전개되어 학습자가 학습의 관련성을 지각하도록 하는 것이다. 본 연구의 구성주의적 수업을 통하여 학습자는 학습내용들이 개인의 흥미나 목적, 미래의 실용성에 부합된다는 생각을 지니게 된 것으로 해석된다.

셋째, 자신감 요소에 있어서는 구성주의적 수업 집단의 점수가 교사중심 수업 집단에 비해 높았으나 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 구성주의 수업결과 학습동기 4가지 요소 중 자신감 요소가 가장 낮은 효과를 나타내는 것이다.

넷째, 만족감 요소를 비교한 결과에 의하면, 구성주의적 수업을 받은 집단의 만족감 요소 평균 점수는 3.38로 교사중심 수업 집단의 3.16에 비하여 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다($p < .01$). 이로서 구성주의적 수업에서 학습자는 적용단계에서 자신의 개념이 과학적 개념으로 변화되었음을 확인할 수 있음으로 만족감에 긍정적인 효과를 나타낸 것으로 보인다. 네 가지 요소 전체적으로는 구성주의적 수업 집단의 평균점수가 교사중심 수업 집단에 비하여 유의미하게 높게 나타났다($p < .01$).

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 구성주의적 과학 수업모형을 중학교 과학 수업에 적용하여 대기압 개념 획득과 학습동기에 미치는 효과를 살펴보았다. 본 연구에서 사용한 구성주의 수업모형은 학습자들의 선행개념 확인을 위한 예측과 설명 활동, 과학개념을 효과적으로 정착시키기 위한 실험 및 관찰 활동, 소집단 토론 활동, 문제해결 및 적용 단계로 이루어졌다.

본 연구의 결과를 바탕으로 연구의 결론을 내리면 다음과 같다. 첫째, 구성주의적 수업과 교사중심 수업이 대기압 개념 획득에 미치는 효과를 검증한 결과, 구성주의적 수업 집단이 교사중심 수업 집단에 비하여 대기압 개념 검사 점수가 높게 나타났다. 이로써 자신의 선행개념을 확인하고 소집단 실험과 토론을 통해 과학 개념을 능동적으로 형성한 구성주의적 수업이, 교사가 시범실험하고 설명하는 교사중심 수업보다 과학 개념 획득에 효과적이라는 결론을 얻을 수 있다. 그리고 본 연구에서는 과학교과에 구성주의 이론을 적용한 수업을 실시한 결과, 학습자들의 개념 형성에 긍정적인 효과가 나타난 것으로 보아 비교적 체계적이고 구조화된 과학 과목이더라도 구성주의 학습원리를 적용 가능함을 시사해준다. 또한 중학교 교육과정 상 처음 접하는 대기압 개념에 대하여 실험대상인 학습자가 초보자 단계라고 할 수 있기에,

학습자가 어릴수록 초보자일수록 구성주의 학습환경이 적합하다고 본 Jonassen(1992)의 연구를 지지한다.

둘째, 구성주의적 수업과 교사중심 수업이 대기압 관련 오개념 감소에 미치는 효과를 검증한 결과, '기온과 기압의 관계', '높이에 따른 기압의 변화', '대류현상과 기압', '기압과 바람' 등의 개념에서 나타난 오개념이 전체적으로 교사 중심 수업보다 구성주의적 수업에서 더 많이 감소하였다. 즉 과학적 개념 중 일부분만을 이해하여 잘못 적용하여 발생하는 오개념이나 감각적으로 경험되지 못하여 생긴 오개념이 예측을 하고 그 이유를 설명하는 구성주의적 수업에 의하여 감소되었다. 또한 구성주의적 수업에서 동료 학습자들과 상호작용을 통하여 다양한 관점을 접함으로써, 과학 현상을 단순히 암기하여 생기는 오개념도 감소되었다.

셋째, 구성주의적 수업의 결과 학습동기가 교사중심 수업에 비해 높게 나타났다. 동기유발을 위한 '주의력', '관련성', '자신감', '만족감'의 4가지 요소별 문항의 점수를 비교.분석한 결과 구성주의적 수업은 교사중심 수업보다 자신감 요소를 제외한 3가지 요소 모두에 효과적인 것으로 나타났다. 이것으로 구성주의적 수업에서 학습자는 자신이 가지고 있는 개념을 과학적 개념으로 변화시켜갈 때 스스로 학습의 즐거움과 가치를 느낄 수 있게 되고, 학습내용들이 개인의 흥미나 목적, 미래의 실용성에 부합된다는 생각을 지니게 됨으로써 학습동기에 긍정적인 영향을 준 것으로 해석된다.

본 연구의 제한점과 관련하여 앞으로의 연구과제를 위한 제언을 하면 다음과 같다. 먼저, 구성주의 이론에 바탕을 두고 수업모형을 개발 적용하여 그 효과는 긍정적으로 나타났으나, 각 학습자가 개념을 어떻게 구성하는지에 대한 구체적인 변인을 밝히지는 못했다는 점이다. 이와 관련하여 구성주의 수업을 실시하였을 때 학습자들의 개념 구성의 내적 과정과 학습자들 간의 상호작용 등에 초점을 둔 연구가 필요하다.

또한 구성주의에서는 평가를 수업의 전 과정 중 마지막에 이루어지기보다는 수업 과정 전체를 통해 이루어지는 것이라고 본다. 즉 가능한 한 여러 가지 형태의 다양한 평가기준을 도입해서 학습자에게 공평하고 실질적인 평가가 실시되어야 한다. 그러나 본 연구에서는 이러한 구성주의적 평가방법을 채택하지 못하고, 객관주의적 평가방법을 위주로 사용한 제한점이 있으므로, 이를 보완하여, 학생들을 관찰하고, 학생들이 작성한 학습 산출물이나 기록들을 질적으로 평가하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

궁극적으로 교육연구자나 교육자들이 교수.학습 방법을 개선하기 위해서는 구성주의나 객관주의의 극단적인 한쪽 입장을 취하기 보다 여러 가지 관점을 실행해 볼 필요가 있다. 즉 구성주의나 객관주의의 극단적인 한쪽 입장을 취하기 보다 두 관점을 통합적으로 실행할 필요가 있다. 즉 일단 구성주의적 학습원리에 따라 수업을 설계한 뒤에 그에 따라 구성주의적 학습환경을 완성해 갈 때 발생하는 세부적인 과제들을 객관주의적 교수전략이나 방법을 통해 효과적으로 해결하는 방향으로 모색되어야 할 것이다. 이런 점에서 구성주의적 학습원리와 객관주의적 교수전략을 통합하여 적용하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

적 요

구성주의 관점에 의하면 학습자가 백지상태인 채 피동적으로 새로운 개념을 받아들이는 것이 아니라, 주체적인 입장에서 자기의 개념을 재조직해 가는 것이 학습의 과정이라고 본다. 본 연구에서는 이러한 구성주의 교수원리에 근거하여 예측.설명-실험.관찰-토론-적용 단계의 구성주의적 수업을 개발하고 이를 중학교 과학 수업에 적용하여 그 효과를 조사하였다. 2학년의 '대기와 물의 순환' 단원 총 7차시에 대하여 구성주의적 수업과 교사중심 수업을 실시한 후 대기압 관련 오개념 감소율과 학습동기의 4가지 요소 별로 비교하였다. 구성주의적 수업과 교사중심 수업이 대기압 관련 오개념 감소에 미치는 효과를 검증한 결과, '기온과 기압의 관계', '높이에 따른 기압의 변화', '대류현상과 기압', '기압과 바람' 등의 개념에서 나타난 오개념이 교사중심 수업보다 구성주의적 수업에서 더 많이 감소하였다. 또한 두 집단의 대기

압 개념 점수를 차이 검증한 결과 구성주의적 수업 집단이 교사중심 수업 집단에 비하여 유의미하게 높게 나타났다.

동기의 4가지 요소인 '주의력', '관련성', '자신감', '만족감' 각 문항의 점수를 비교한 결과 구성주의적 수업은 교사중심 수업보다 자신감 요소를 제외한 3가지 요소 모두에 효과적인 것으로 나타났다. 이것으로 구성주의적 수업에서 학습자들로 하여금 자신의 선행개념을 확인하고, 관찰과 토론을 통해 개념을 형성하도록 한 결과 교사중심 수업보다 과학개념 획득과 학습동기 유발에 효과적이라는 결론을 얻을 수 있다.

참 고 문 헌

국동식(1994). 중-고등학생 대기압 개념이해의 횡단적 연구. 한국지구과학회지. 15(4), 231-246.

김상달, 박수경, 김광휘(1998). PEOD단계의 구성주의적 수업이 과학 학업성취도와 탐구능력에 미치는 효과. 한국지구과학회지. 19(4), 384-392.

김연일(1992). 소리에 관한 아동들의 개념변화에 미치는 구성주의적 수업 전략의 학습효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

박수경(1998). ARCS전략을 적용한 구성주의적 수업이 과학개념 획득과 동기유발에 미치는 효과. 부산대학교 대학원 박사학위논문.

유영만(1994). 수업체제 설계의 연구 동향과 발전 방향. 교육공학연구. 10(1), 3-44.

정진우(1991). 중학교 학생들의 지구과학 개념에 대한 오개념의 형성 원인 분석. 한국지구과학회지. 12(4), 304-322.

Ausubel, D. P.(1968). *Educational psychology: cognitive view*. New York:Holt, Reinhart, and Winston.

Basili, P. A., & Sanford J. P.(1991). Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 293-304.

Chang, M.(1993).Role of explanations and student-centered interaction in science learning: An applied constructivist approach to instructional design. unpublished doctor's dissertation, Syracuse University.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt University(1992). Some thought about constructivism and instructional design. In T. Duffy & D.Jonassen(Eds.), *Constructivism and the technology of instruction:A conversation(pp.115-120)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Dick, W., & Carey, L.(1978). *The systematic design of instruction* Ⅲ: Scott, Foresman and Co.

Driver, R.(1983). *The pupil as scientist*? Milton Keynes: The Open University Press.

Duffy, T. M., & Jonassen, D. H.(1991a). Constructivism: New implication for instructional technology? *Educational Technology*, 31(5), 7-11.

Duffy, T. M., & Jonassen, D. H.(1991b). Continuing the dialogue: An introduction to this special issue. *Educational Technology*, 31(9), 9-11.

Fosnot, C. T.(1988). *Enquiring teachers, enquiring learners: A constructivist approach for teaching*. New York: Teachers College, Press.

Gilbert, J.K., Osborne,R.J., & Fensham P.J.(1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 17, 62-67.

Jonassen, D. H.(1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39(3), 5-14.

Jonassen, D. H.(1992). Evaluating constructivistic

learning. In T. Duffy & D. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (pp.125-138). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Keller, J.M.(1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.

Keller, J.M., & Kopp, T.(1987). Application of the ARCS model of motivational design. In C.M.Reigeluth (Ed.), *Instructional theories in action: Lessons illustrating selected theories and models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Merrill, M.D.(1991). Constructivism and instructional design. *Educational Technology*, 31(5), 45-53.

Piaget, J.(1969). *Science of education and the psychology of the child*. NY: Orion Press.

Sinclair, A., & Good, R.(1991). *Effects of prediction activities on instructional outcomes in high school genetics*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for the Research in Science Teaching(Lake Geneva, WI, April 7-10, 1991)

Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacoson, M.J., & Coulson, R. C.(1991). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext:Random access instruction for advanced knowledge aquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, 31(5), 24-33.

Von Glaserfeld E. (Ed.).(1991). *Radical constructivism in mathematics education*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Wilson, B. G.(1993). Constructivism and instructional design: Some personal reflection. In M. R. Simonson & K. Abuomar(Eds.), *15th annual proceedings of selected research and development presentation at the 1993 national convention of the AECT*. Washington, DC: AECT.