

MBL 시범 수업이 초등학생의 학업성취도, 과학탐구능력 및 정의적 특성에 미치는 영향

허은영¹ · 유병길^{2*}

¹부산성북초등학교 · ²부산교육대학교

The Study on the influence of MBL Exhibition Class on the Elementary school students' Academic Achievement, Scientific Research Abilities and Affective Characters

Eun-Young Heo¹ · Pkyoung-Kil Yoo^{2*}

¹Busan Seongbuk Elementary School · ²Busan National University of Education

ABSTRACT

The purpose of this study is to find out the influence of MBL Exhibition Class on the Elementary School students' academic achievement, scientific research abilities and affective characters.

For the purpose, three classes were sampled in the 5th grade of an elementary school. Among the three classes, two were designated as the comparative classes consisted of 68 students and the other was the experimental class, 33 students.

The comparative classes were given lessons according to the content presented in the textbook of 7th Education Curriculum and the experimental class was given re-built lessons with using MBL machines.

Before and after giving lessons, students of both classes took a test for science academic achievement. And also the scientific research abilities and affective characters were examined .

The conclusions from this study is as follows.

First, according to the result of science academic achievement test after giving lessons, the mean of the experimental class was higher than that of the comparative classes meaningfully.

Second, scientific research abilities of the experimental class was shown higher than that of the comparative classes meaningfully. Specially, basic research abilities were improved very meaningfully and only hypothesis-building ability was improved among integrated research abilities.

Third, it doesn't seem that MBL exhibition class is effective on affective characters(interest, attitudes).

Key words : MBL, Academic Achievement, Scientific Research Abilities, Affective Characters

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

학생들의 자기 주도적인 학습 능력을 신장시키도록 하고 있다. 자기 주도적 학습은 '학습자 중심의 학습 환경'을 구현하고자 하는 구성주의적 학습관

에서 그 이론적 근거를 찾고 있는데, 이를 먼저 도입, 실천하고 있는 미국에서 구성주의에 입각한 수업은 그 실천에 있어서 속도가 늦다는 이유로 일선 학교현장에서 거부감을 보이고 있는 실정이다. 다시 말해, 구성주의적으로 수업을 진행하기 위해서는 더욱 더 많은 시간을 요한다는 것이다. 대부분의 과학자들과 과학 교육자들은 실험 경험은 효과적인 과

* 교신저자 : 유병길(pkyoo@bnu.ac.kr)

2010. 4. 7 (접수) 2010. 4. 15 (1심통과) 2010. 4. 28 (최종통과)

이 논문은 2006년도 부산교육대학교 교육연구원의 지원을 받아 연구되었음.

학 교수·학습에 중요하다고 여기고 있지만, 과학실험에서 데이터를 수집하고 분석하는 일은 긴 시간을 요하고 지루한 과정이기도 하다. 따라서 과학실험에서 탐구의 중요한 요소인 데이터의 수집, 분석 및 해석은 학생들에게 지루하고 무의미한 실습으로 간주될 수 있기 때문에 치밀하게 계획하고 조정하여야 할 필요가 있다(Good & Berger, 1998).

컴퓨터 기반 실험(microcomputer-based laboratory, 이하 MBL)을 과학 수업에 도입하였을 때 얻을 수 있는 가장 뛰어난 이점들 중 하나는 데이터를 측정하고, 저장하고 시연하는 지루한 측면들을 제거할 수 있다는 점이다. 또한 MBL 사용의 용이성과 실험 결과의 즉각적인 가용성은 과학에 대한 탐구적 접근을 조장하게 된다. 또한 MBL은 자연에 대한 과학적 설명을 학생들이 이해하는 데 필요한 실세계 경험이라는 측면과 일상적으로 감각 가능한 자연세계를 보다 추상적이고 정량화된 과학자들의 세계로 변환시키는 데 학생들에게 도움을 주는 가치있고 매우 중요한 도구이다(유병길, 2006). 또한 MBL 과학실험 교육은 학교 과학교육 현장에서 실험활동 중심 탐구교육을 보다 더 강화할 수 있으며, 기초 과학교육 혁신의 초석이 되는데 기여할 것으로 기대된다.

현실 세계에서 발생하는 상황을 컴퓨터 시스템을 통하여 가상으로 재현하는 작업이 컴퓨터 모의실험이다. 이러한 컴퓨터 모의실험은 현실의 모방이나 재현을 통하여 실세계의 제 측면을 가르칠 수 있는 강력한 교수 수단이며, 학습자는 시뮬레이션을 통해 실생활에 대한 지식을 재구성하므로 구성주의적 학습이론과 조화를 이룬다(이동준, 2001). 과학교육에서 시뮬레이션 소프트웨어는 값비싸거나 위험한 재료나 절차, 아동들에게 미처 달성되지 못한 수준의 기능, 정규적인 학급 상황에서 가능한 것 보다 더 많은 시간을 요하는 개념들을 탐색하는 데 많이 사용된다.

최근 MBL을 이용한 실험 및 연구는 여러 분야의 과학 교육에서 이루어지고 있으나 초등학교 과학과에서는 실험 개발이 미흡한 실정이다. 본 연구는 초등학교 5학년 학생들을 대상으로 하여 과학 교과에 MBL을 투여하였을 때 수업의 효과, 과학탐구능력 및 정의적 특성에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 선행 연구 고찰

미국의 MBL은 AAPT, NSTA 등 다양한 학회, 심

포지엄과 워크숍, 교사 연수 등과 교육과정에서 많이 활용되어지고 있다. 국내에서는 컴퓨터 기반 실험을 아직까지는 각 교육현장에 널리 보급하지 못하였으나 계속적으로 연구·개발되어 점차 그 영역을 확대해가고 있다. 국내·외에서 연구·개발된 컴퓨터 기반 실험의 사례를 살펴보면 다음과 같다.

외국의 사례로 Mokros와 Tinker(1987)는 많은 학생들이 그래프를 그림으로써 잘못 이해하고 높이에 따른 기울기를 혼동한다는 것에 초점을 맞추어 3달 동안 행한 조사 연구에서 MBL이 학생들에게 열과 온도, 소리, 운동에 관해 잘못 이해하고 있는 것을 수정하는 데 효과적이었다고 보고하고 있다.

Brassel(1987)은 고등학생을 대상으로 MBL에 관한 연구에서 데이터를 수집하고 해당 데이터를 그래프로 그리는 시간을 20초 지연시켰을 때, 실시간으로 그래프를 그려서 학습한 집단에 비해 동력학에 관한 학습에 있어서 성취도의 감소를 보였다고 보고하고 있다. 명백히 실험실 경험과 그 경험을 표상으로 나타내는 짧은 시간 지연은 단기 기억에 있는 정보를 장기 기억으로 저장하는데 있어서 문제가 된다고 볼 수 있다.

과학적 추론 기능과 특히 관찰과 예측 기능을 촉진하기 위해서 MBL사용의 효과에 대해 알아보기 위한 흥미로운 연구에서 Friedler 등(1990)은 한 학기 동안 8학년 4학급 110명의 학생들을 대상으로 연구하였다. 29차시 동안 학생들은 관찰하고 예측하는 동안 다양한 물체의 온도를 측정하는데 MBL을 사용하였으며, MBL 환경에서 공부한 학생들은 관찰과 예측 기능을 발달시킬 수 있다고 보고하고 있다.

물체의 운동에 관한 실험의 연구(Russell et al., 1999)에서 학생들은 초기 위치, 속도, 가속도 등에 대한 처음의 개념들이 컴퓨터 화면에 나타난 자료에 의하여 자극을 받았고, 이들 개념에 대한 이해가 컴퓨터에 의해 다양한 방법으로 이루어졌다. 학생들은 개념을 이해하는 과정 속에서 데이터를 처리하는 다양한 기법들을 개발해 내었다.

Narciss(1999)는 컴퓨터 기반 학습의 개념 형성 과정에서 정보 제공 수준을 3가지로 하여 피드백을 제공한 결과, 정보 제공 피드백이 정보 처리 뿐 아니라 학습자 동기에 영향을 미친다는 것을 보여 주었다.

힘과 운동에 대한 개념 학습에서 Thornton와 Sokoloff(1990)는 MBL 도구를 사용하였을 때 전통적인 방법에 의한 학습보다 학생들의 개념에 대한 이해가 두

렸이 향상되었다고 보고하였다.

국내의 MBL관련 연구 사례는 다음과 같다.

구혜원(1993)은 MBL 실험 방식을 적용한 수업에 대한 학생의 의견 조사에서 학생들이 긍정적이고 호의적인 반응을 보인다고 하였다. 그러나 최적의 시간 활용과 수업 분위기 조성 및 MBL 실험 방식을 효과적으로 교과 과정에 도입, 적용하기 위해서는 새로운 교수-학습 시스템이 필요하다고 하였다.

김형수와 권재술(1995)은 4, 5학년을 대상으로 속도 비교, 운동 변화, 가속과 감속에 대해 MBL에 의한 수업의 효과를 검증한 결과, 실험집단과 비교집단 간에 속도 비교에서는 통계적으로 유의한 차를 보이지 않았지만, 나머지 3개 항목에서는 4, 5학년 모두 실험집단이 비교집단에 비해 통계적으로 유의하게 높은 성취도를 보였다. 따라서 초등학교에서 속도 개념의 교수-학습에 MBL을 활용하는 것이 효과적이라고 보고하고 있다.

컴퓨터 기반 상호작용적 시범실험 수업에서 이항미(2002)는 전통적인 실험을 수행할 때보다는 변인 통제가 수월하고 실험결과를 의도한대로 이끌어 낼 수 있고, 실험시간을 절약할 수 있으며, 학생들이 실험을 통하여 습득해야할 과학적 지식을 쉽게 얻을 수 있다고 하였다. 또한 학생들의 흥미를 이끌 수 있고 예측과 토론을 통하여 학습자 중심으로 수업을 할 수 있는 장점이 있다고 하였다.

구수정(2003)은 각급 학교에서 실시되고 있는 실험에 MBL 방식을 도입하면 센서를 이용하여 측정을 보다 정확하게 할 수 있고, 데이터를 자동적으로 수집하고 처리할 수 있게 되어, 실험을 더욱 빠르고 정밀하고 다양하게 수행할 수 있으며, 원거리간 네트워킹 시스템을 구축하여 데이터를 상호 전송함으로써 온라인상에서 실시간으로 이루어지는 원격 공동 토론을 실시할 수 있다고 하였다.

중학교 학생들을 대상으로 컴퓨터를 기반으로 한 실험 방법과 전통적인 실험 방법으로 수업을 한 두 집단의 학습 효과를 비교한 연구에서 박금홍 등(2004)은 컴퓨터 기반 과학 실험이 학생들의 학습 동기를 높일 수 있고, 실험 시간이 짧게 걸리는 장점을 이용하여 토론과 개념을 이해하는 데 더 많은 시간을 사용함으로써 학생들의 실험 결과에 대한 분석 능력을 높일 수 있다고 보고 있다.

김덕곤(2005)은 MBL을 이용한 전기회로 실험 매뉴얼 제작을 통해 전기회로 실험을 하였을 경우 신

속하고 정확하게 데이터를 얻어낼 수 있음을 확인하였고 현직교사에게 직접 매뉴얼을 이용하여 실험을 하게 한 결과 96.9%의 높은 흥미도를 나타냈다고 하였다.

신석주(2006)는 고등학교 지구과학 교과에서 MBL을 이용한 탄성과 실험과 단열변화 실험의 개발에 관한 연구를 통하여 MBL 실험 장치를 사용함으로써 온도뿐만 아니라 고등학교 전통적인 실험에서는 측정하기 어려운 상대 습도, 압력, 탄성파의 성질 등에 대하여 연구할 수 있었으며, 측정값도 보다 정밀해질 수 있었다고 하였다.

유병길(2006)은 6차 교육과정 중 6학년 2학기 '에너지' 단원을 MBL을 이용하여 수업을 한 결과 과학 탐구능력과 하위 영역의 기초 탐구능력, 통합탐구능력 모두 향상되었으며 비교집단과 비교하였을 때 특히 하위 요소인 자료변환과 자료해석에서 통계적으로 유의한 차가 있는 것으로 나타났으며 MBL 수업에 대한 학생들의 반응이 긍정적으로 나타났다고 하였다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구 설계 및 절차

MBL의 장점과 특성을 고려하여 MBL을 활용한 과학수업의 적용 단원을 선정하고 교과서 내용을 재구성하였다. 5학년 1학기 3단원 '기온과 바람', 4단원 '물체의 속력'을 MBL로 구성한 시범 수업으로 처치하여 그 학습 효과를 알아보기 위해 교과서대로 수업을 한 2개의 비교집단을 선정하였고 MBL을 활용하여 교과서 내용을 재구성하여 수업한 1개의 실험집단을 선정하였다.

비교집단, 실험집단의 수업처치 전·수업처치 후 학업성취도 검사를 실시하였고, 과학 탐구능력검사와 과학적 태도 동형 검사를 실시하였다.

표 1. 연구 설계

비교집단	O ₁	O ₃	O ₅	X ₁	O ₇	O ₉	O ₁₁
실험집단	O ₂	O ₄	O ₆	X ₂	O ₈	O ₁₀	O ₁₂

X₁ : 교사용 지도서에 제시된 수업

X₂ : MBL로 구성한 시범 수업

O₁, O₂ : 사전 학업성취도 검사

O₃, O₄ : 사전 과학 탐구능력 검사

- O₅, O₆ : 사전 정의적 특성 검사
- O₇, O₈ : 사후 학업성취도 검사
- O₉, O₁₀ : 사후 과학 탐구능력 검사
- O₁₁, O₁₂ : 사후 정의적 특성 검사

본 연구는 초등학교 5학년 과학 수업에서 MBL을 활용하여 학업성취도와 효과를 알아보기 위한 것으로서, 기초단계에서는 MBL에 관한 선행 문헌 연구를 한 후 MBL 프로그램과 MBL 시범 수업안을 개발하였다. 그리고 검사 도구 개발 및 선정을 하여 학업성취도 및 과학 탐구능력, 정의적 특성(태도, 흥미)에 관한 사전 검사를 실시하였다. 실제 개발한 교수-학습 과정안을 적용한 수업을 실시한 후 사후 검사를 통한 자료의 수집 및 분석을 하였다. 이상의 연구 절차를 정리하면 <그림 1>과 같다.

2. 연구 대상

본 연구는 부산광역시 소재하고 있는 ○○초등학교 5학년 3개반을 대상으로 하였으며 표집 대상 학생의 분포는 <표 2>와 같다.

3. 검사 도구

1) 학업성취도 평가

비교집단, 실험집단에 수업처치 전과 수업처치

표 2. 표집 대상 학생의 성별 분포 (단위: 명)

비교집단		실험집단		계(명)
남	여	남	여	
34	34	18	15	101
68		33		

후에 각각 학업성취도 평가를 실시하였다. 학업성취도 평가문항은 수업목표와 내용을 근거로 본 연구자와 과학교육 전공자 및 현장 교사들과 협의하여 제작하였으며 각 문항별로 정답은 4점, 오답은 0점으로 배점하여 100점 만점으로 하였다.

수업 처치 전에 집단간 동질성 여부를 알아보기 위해 실시한 학업성취도 평가의 범위는 5학년 1학기 1단원 ‘거울과 렌즈’, 2단원 ‘용해와 용액’, 5단원 ‘꽃’까지로 총 25문항이고 신뢰도 Cronbach's α는 .80였다. 수업처치 후의 3단원 ‘기온과 바람’, 4단원 ‘물체의 속력’에 대한 학업성취도 평가지는 총 25문항으로 제작하였고 신뢰도 Cronbach's α는 .82였다.

2) 과학 탐구능력검사

수업 처치 전·후에 과학 탐구능력 동형검사를 실시하였다. 과학 탐구능력검사 도구는 권재술과 김범기(1994)에 의해 개발된 과학 탐구능력 검사지(TSPS)를 사용하였다. 본 검사지의 신뢰도 Cronbach's α는

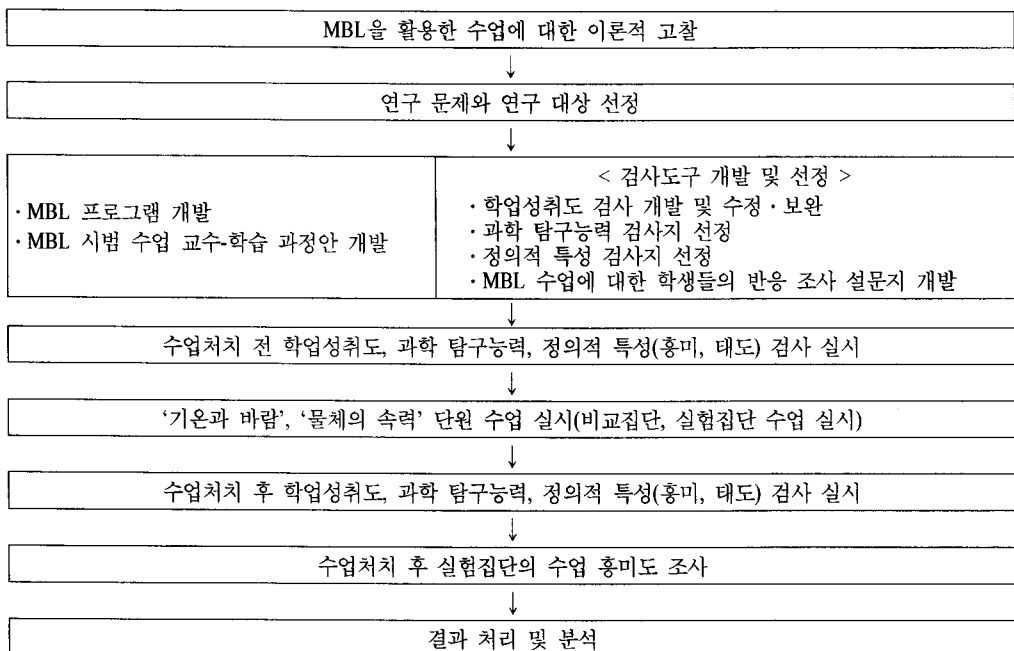


그림 1. 연구 절차

.81이다.

TSPS에서 제시된 탐구 요소는 허명의 탐구 과정 모델과 피아제이 인지 발달 이론을 기초로 초·중 등 학생들에게 적합하다고 생각되는 탐구 요소인 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 자료 변환, 자료 해석, 변인 통제, 가설 설정, 일반화 등 10개를 추출하여 각각의 요소별로 4지 선다형 3문항씩 총 30문항으로 초등학교 5학년 학생들이 40분 안에 풀 수 있는 문제지이다.

3) 과학에 관련된 정의적 특성 평가

정의적 특성 평가는 김효남 등(1998)이 ‘국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발’에서 개발한 리커르트 척도로 된 정의적 특성 평가 문항을 사용하였다. 개발 과정에서부터 초등학교 5학년을 대상으로 한 이 설문지는 과학에 관련된 정의적 특성을 인식, 흥미, 태도로 나누었고 인식은 4개의 소범주 즉, 과학, 과학교육, 과학 관련 직업, STS에 관한 인식으로 나누었다. 흥미는 다섯 개의 소범주 즉, 과학, 과학 학습, 과학 관련 활동, 과학 관련 직업에 관한 흥미와 과학 불안으로 나누었다. 과학적 태도는 일곱 개의 소범주 즉, 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성으로 나누었다. 또한 그 연구에 의하면, 이 검사지는 과학교육 전문가에 의해 일곱 번의 회의에서 합의를 거쳐 타당도를 검증받았다. 신뢰도 Cronbach's α 는 .83이다. 과학에 관련된 정의적 특성 ‘인식, 흥미, 태도’ 중 본 연구에서는 흥미와 태도 영역을 검사하였다.

본 설문지는 5단계 리커르트 척도로써, ‘매우 그렇다, 그렇다, 잘 모르겠다, 아니다, 전혀 아니다’의

5가지 평정 척도에 따라 긍정문항은 5점, 4점, 3점, 2점, 1점으로 배점했고, 부정 문항은 1점, 2점, 3점, 4점, 5점으로 바꾸어 배점했다.

4. 수업 내용

비교집단은 교과서에 의한 수업 및 활동을 하였다. 눈으로 측정 기기의 값을 읽고, 손으로 자료를 기록하며, 손으로 자료를 구성하는 등의 방법으로 수업을 진행하였다.

실험집단은 교과서에 제시된 학습 내용을 MBL 시범 수업 형태로 진행하였으며, 차시별 활동 내용은 <표 3>, <표 4>와 같다.

5. 자료의 처리 및 통계 분석

본 연구의 실험 결과는 SPSSWIN 13.0 프로그램을 사용하여 통계 분석하였다.

첫째, 두 집단의 동질성을 검증하기 위해 사전검사로 학업성취도, 탐구능력, 정의적 특성(흥미, 태도) 검사를 실시하여 t-검정으로 두 집단간 동질성 여부를 검증하였다.

둘째, 실험 처치 결과에 대한 차이를 분석하기 위해 사후검사로 학업성취도, 탐구능력, 정의적 특성(흥미, 태도) 검사를 실시한 후 두 집단의 유의미한 차이를 검증하기 위해 집단간 t-검증을 실시하였다.

셋째, 학습 내용을 MBL로 구성한 수업에 대한 흥미도를 알아보기 위하여 수업 직후 실험집단에 MBL에 의한 수업에 대한 학생들의 반응 및 흥미도 검사를 실시하여 정량적 분석과 정성적 분석을 하였다.

표 3. ‘기온과 바람’ 단원 선정 내용

차시	주 제	학습 활동	교과서쪽	지식	센서
1	하룻동안의 기온 변화 알아보기	· 하룻동안의 기온 조사하기 · 조사한 결과 발표하기	24~25	하루의 기온 변화	온도 센서
2	여러 날 동안의 기온 변화 알아보기	· 일 주일 동안의 기온 변화 조사하기 · 조사한 결과 발표하기	26~27	일 주일의 기온 변화	”
3~4	지면과 수면의 온도 변화 알아보기	· 모래와 물의 온도 변화 조사하기 · 하룻동안의 지면과 수면의 온도 변화 알아보기	28~29	지면과 수면의 온도 변화	”
5~6	바람이 부는 까닭 알아보기	· 따뜻한 공기의 움직임 알아보기 · 따뜻한 공기와 찬 공기가 가까이 있을 때 공기의 움직임 관찰하기	30~31	바람이 부는 까닭	”
	바닷가에서 부는 바람의 방향 알아보기	· 바닷가에서 낮과 밤에 부는 바람의 방향이 바뀌는 까닭 알아보기	32	해풍과 육풍	”

표 4. '물체의 속력' 단원 선정 내용

차시	주 제	학습 활동	교과서쪽	지 식	센 서
1	움직이는 것과 움직이지 않는 것 찾기	· 움직이는 것과 움직이지 않는 것 찾기 · 빠르게 움직이는 물체를 찾기	34~35	· 운동의 기준 · 빠르기	처치 하지 않음
2	장남감 경주 해 보기	· 장난감 빠르기 비교하기 · 시간으로 비교하기 · 거리로 비교하기	36~37	· 이동 거리 · 시간	시간 측정, 거리 측정
3	여러 가지 속력 비교하기	· 다양한 동물, 탈것 등의 속력 비교하기 · 속력의 단위를 환산하여 비교하기	38~39	· 속력 · 속력의 단위	"
4~5	3종 경기 해 보기	· 각 종목의 속력을 구하기 · 그래프를 보고 속력 비교하기	40~41	· 속력의 측정 · 그래프 그리기	"
6	일정한 시간 간격마다 움직인 거리 표시하기	· 일정한 시간 간격으로 표시한 결과를 보고 속력 이야기하기	42	· 속력의 비교	처치 하지 않음
7	물체의 속력과 안전에 대하여 알아보기	· 여러 가지 속력에서 정지하는 데 필요한 거리 비교하기 · 교통 안전과 빠르기	43~44	· 단위의 변환 · 교통 안전	처치 하지 않음

IV. 연구 결과 및 논의

1. 집단간 학업성취도 검사 결과

MBL에 의한 수업처리 전과 후의 비교집단과 실험집단 간의 학업성취도 차이를 알아보기 위하여 사전과 사후검사를 실시한 결과를 <표 5>에 나타내었다.

표 5. 집단간 학업성취도 사전, 사후 검사 결과

검사 시기	집단	N	평균	표준편차	t	p
사전	비교집단	68	78.88	14.707	.009	.993
	실험집단	33	78.91	13.277		
사후	비교집단	68	77.91	15.863	2.021	.046
	실험집단	33	84.61	15.071		

사전 검사에서 비교집단과 실험집단의 학업성취도 차이가 유의한지 알아보기 위하여 실시한 독립표본 t-검증의 결과에서 유의한 차이가 없으므로 두 집단은 동질집단임을 알 수 있다.

사후 검사 평균 점수는 실험집단이 84.61, 비교집단이 77.91로 실험집단이 비교집단에 비해 높게 나타났다. 두 집단간에 유의한 차이를 보인다. 따라서 MBL에 의한 수업이 학업성취도 향상에 효과적이라고 할 수 있다.

이러한 결과는 김형수와 권재술(1995)의 초등학교 학생들의 속력 개념형성에서 MBL을 활용하면

운동의 방향전환이나 정지의 개념에 효과적이었다는 연구와 이동준(2001)의 동영상을 이용한 상호작용적 시범실험에서 물체의 운동에 작용하는 힘의 크기와 방향 및 물체의 가속도에 대해 이해가 높았다는 연구, 이항미(2002)의 학생들이 컴퓨터 기반의 상호작용적 시범실험에서 과학적 지식을 쉽게 얻을 수 있었다는 연구, 박상용(2006)의 MBL 프로그램 적용이 초등학생의 학업성취도 향상에 효과적이었다는 연구 등과 맥을 같이 한다.

이는 MBL 프로그램을 적용한 수업이 실험 결과를 정확하게 도출하였기 때문에 학습에 대한 명확한 이해를 이끌어 낸 결과로 보인다. 또한 실험 결과가 모둠별 모니터를 통해 즉각적으로 확인이 되고 그래프를 분석하고 토의하는 과정 속에서 과학적 현상과 개념에 대한 올바른 이해가 가능했으며 학습 내용이 시각적 자료의 도움과 새로운 실험 방법에 의하여 강하게 기억되었기 때문에 MBL 프로그램을 적용한 수업이 학생들의 과학 학업성취도를 향상시키는 데 효과가 있었음을 알 수 있다.

2. MBL 시범수업이 과학 탐구능력에 미치는 효과

1) 집단간 과학 탐구능력 검사 결과

비교집단과 실험집단 간의 MBL에 의한 수업 처리 전과 후의 과학 탐구능력의 변화 정도를 알아보기 위해서 사전과 사후 검사를 실시한 결과를 <표 6>에 나타내었다.

사전 검사에서 비교집단과 실험집단의 과학 탐구

표 6. 집단간 과학 탐구능력 사전, 사후 검사 결과

검사시기	집단	N	평균	표준편차	t	p
사전	비교집단	68	17.49	3.69	.339	.735
	실험집단	33	17.21	4.02		
사후	비교집단	68	16.97	4.22	2.042	.044
	실험집단	33	18.61	3.04		

능력 차이가 유의한지 알아보기 위하여 실시한 독립표본 t-검증의 결과에서 유의한 차이가 없으므로 두 집단은 동질집단임을 알 수 있다.

사후 검사에서는 비교집단의 평균 점수가 16.97 점, 실험집단은 18.61로 실험집단이 비교집단보다 높게 나타났으며, 두 집단간에 통계적으로 유의한 차이를 보인다.

따라서 MBL에 의한 수업 처치 후 과학 탐구능력은 향상됨을 알 수 있다.

이러한 결과는 송인범(2004)의 중학교 1학년을 대상으로 MBL을 적용한 실험집단이 비교집단에 비하여 과학 탐구능력이 통계적으로 유의한 차이를 나타내어 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다는 연구와 유병길(2006)의 초등학교 6학년을 대상으로 한 MBL 적용 과학 수업 후 실험집단의 과학 탐구능력이 통계적으로 유의미하게 효과가 있었다는 연구, 이승민(2006)의 초등학교 5학년의 '용액의 성질'과 '에너지' 단원에 MBL 프로그램을 적용한 과학수업이 과학 탐구능력 향상에 효과가 있었다는 연구와 맥을 같이 한다.

이는 MBL에 의한 수업 과정에 있어서 실험 설계가 생활 현상과 기계의 접목으로 이루어져 컴퓨터 기계 설치 및 작동의 조작으로 시작하여 예상, 추리, 가설 설정, 자료해석, 일반화 등의 전반적인 과학 탐구능력이 요구되었기 때문에 과학 탐구능력의 신장에 긍정적인 효과를 나타낸 것으로 보인다.

2) 집단간 기초 탐구능력과 통합 탐구능력 검사 결과

MBL에 의한 수업이 과학의 기초 탐구능력과 통합 탐구능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 비교집단과 실험집단 간에 사전과 사후 검사를 실시하였으며, 그 결과를 <표 7>과 <표 8>에 나타내었다.

<표 7>의 집단간 기초 탐구능력의 사전, 사후 검증 결과를 살펴보면, 사전 기초 탐구능력의 평균점

표 7. 집단간 과학 기초탐구능력의 하위 요소별 사전, 사후 검사 결과

구분	N	평균	표준편차	t	p		
관찰	사전	비교집단	68	2.06	.57	.273	.786
		실험집단	33	2.09	.52		
	사후	비교집단	68	1.93	.74	.467	.642
		실험집단	33	2.00	.75		
분류	사전	비교집단	68	2.06	.90	.636	.526
		실험집단	33	1.94	.86		
	사후	비교집단	68	1.97	.79	1.059	.292
		실험집단	33	2.15	.83		
측정	사전	비교집단	68	2.04	.78	.610	.543
		실험집단	33	1.94	.86		
	사후	비교집단	68	1.94	.79	1.134	.260
		실험집단	33	2.09	.52		
추리	사전	비교집단	68	1.53	.85	1.906	.061
		실험집단	33	1.85	.76		
	사후	비교집단	68	1.74	.89	1.451	.150
		실험집단	33	2.00	.79		
예상	사전	비교집단	68	2.47	.68	1.707	.091
		실험집단	33	2.21	.78		
	사후	비교집단	68	2.31	.76	1.834	.070
		실험집단	33	2.58	.50		
기초 탐구 능력	사전	비교집단	68	10.16	2.11	.293	.770
		실험집단	33	10.03	2.14		
	사후	비교집단	68	9.88	2.32	2.064	.042
		실험집단	33	10.82	1.69		

수는 집단간 유의미한 차이를 보이지 않는다. 따라서 두 집단은 동질집단임이 확인되었다.

사후 기초 탐구능력의 평균점수는 비교집단이 9.88, 실험집단이 10.82로 실험집단이 더 높게 나타났으며 통계적으로도 유의미한 차이를 보인다. 따라서 MBL에 의한 시범수업은 초등학생의 기초 탐구능력을 향상시키는 데 효과적임을 알 수 있다. 이는 새로운 실험 방법에 대해 흥미를 가지고 주의 깊게 관찰하고 측정된 수치를 정확하게 읽는 과정을 반복하였으며, 실험의 다음 단계를 추리하고 예상하며 수업의 전 과정에 참여하였기 때문에 기초 탐구능력이 향상된 것으로 여겨진다.

선행 연구에서 송인범(2004)은 중학교 1학년을 대상으로 MBL을 적용한 실험집단이 비교집단에 비

표 8. 집단간 과학 통합탐구능력의 하위 요소별 사전, 사후 검사 결과

구 분		N	평균	표준편차	t	p	
자료 변환	사전	비교집단	68	1.50	.94	.390	.697
		실험집단	33	1.42	.87		
	사후	비교집단	68	1.41	.97	1.197	.234
		실험집단	33	1.67	1.08		
자료 해석	사전	비교집단	68	1.34	.92	.181	.856
		실험집단	33	1.30	.88		
	사후	비교집단	68	1.46	1.00	.765	.446
		실험집단	33	1.31	.81		
가설 설정	사전	비교집단	68	1.34	.80	.902	.369
		실험집단	33	1.18	.85		
	사후	비교집단	68	1.19	.10	1.982	.049
		실험집단	33	1.52	.12		
변인 통계	사전	비교집단	68	1.76	.79	.660	.511
		실험집단	33	1.88	.86		
	사후	비교집단	68	1.66	.89	.830	.409
		실험집단	33	1.82	.88		
일반화	사전	비교집단	68	1.38	.85	.068	.946
		실험집단	33	1.39	.70		
	사후	비교집단	68	1.32	.87	.910	.365
		실험집단	33	1.48	.76		
통합 탐구 능력	사전	비교집단	68	7.32	2.43	.283	.777
		실험집단	33	7.18	2.20		
	사후	비교집단	68	7.04	2.70	1.403	.164
		실험집단	33	7.79	2.01		

하여 기초탐구능력이 통계적으로 유의한 차이를 나타내어 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났다고 하였으며, 이승민(2006)은 초등학교 5학년의 ‘용액의 성질’과 ‘에너지’ 단원에 MBL 프로그램을 적용한 과학수업 후 기초 탐구능력 향상에 효과가 있었다고 하였다.

기초 탐구능력의 하위 요소별 분석에 대한 선행 연구에서 송인범(2004)은 관찰과 예상 영역이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, Friedler 등(1990)은 MBL 환경에서 공부한 학생들은 관찰기능과 예측 기능을 발달시켰다고 보았으며 이승민(2006)의 연구에서도 MBL 프로그램을 적용한 과학수업 후 관찰 영역이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 8>의 집단간 통합 탐구능력의 사전, 사후 검증 결과를 살펴보면, 사전 통합 탐구능력의 집단간 평균점수는 유의미한 차이를 보이지 않으므로 동질 집단임이 확인되었다.

사후 통합 탐구능력에서는 실험집단이 비교집단보다 높은 평균점수를 나타내었으나 통계적으로 유의미하지 않으므로 MBL에 의한 수업이 통합 탐구능력을 많이 향상시키지는 못한 것으로 해석된다.

선행연구로 이승민(2006)의 연구에서는 초등학교 5학년의 ‘용액의 성질’과 ‘에너지’ 단원에 MBL 프로그램을 적용한 과학수업 후 통합 탐구능력이 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 송인범(2004)과 유병길(2006)의 연구에서는 MBL을 적용한 실험집단이 비교집단에 비하여 통합 탐구능력이 통계적으로 유의한 차이를 보여 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났다.

사후 탐구능력 요소별 평균점수를 살펴보면 전 영역에서 실험집단이 비교집단보다 높게 나타났으나 ‘가설설정’ 요소를 제외하고는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 즉 MBL에 의거한 수업은 학생들의 ‘가설설정’ 능력을 향상시킴을 알 수 있다. 이는 실험의 전반적인 과정에 관심을 가지고 현상에 대한 가설설정과 확인의 연속적인 활동이 자연스럽게 이루어졌기 때문으로 보인다.

통합 탐구능력 분석에 대한 선행연구를 살펴보면, 유병길(2006)은 자료변환과 자료해석 영역이 통계적으로 유의한 차가 있다고 하였고 이승민(2006)은 MBL 프로그램을 적용한 과학수업 후 자료해석 능력이 향상되었다고 하였으며 송인범(2004)의 연구에서는 자료해석, 가설설정 영역이 통계적으로 유의미하게 나타났다.

3. MBL 시범수업이 과학에 관련된 정의적 특성(흥미, 태도)에 미치는 효과

1) 집단간 정의적 특성(흥미, 태도) 검사 결과

비교집단과 실험집단 간의 MBL에 의한 수업 처치 전과 후의 정의적 특성(흥미, 태도)의 변화 정도를 알아보기 위해서 사전과 사후 검사를 실시한 결과를 <표 9>에 나타내었다.

<표 9>에 의하면 비교집단과 실험집단의 사전 정의적 특성 검사 결과는 흥미, 태도 및 전체적으로 유의미한 차이가 없으므로 두 집단은 동질집단임을 알 수 있다.

표 9. 집단간 정의적 특성(흥미, 태도) 사전, 사후 검사 결과

구 분		N	평균	표준편차	t	p	
흥미	사전	비교집단	68	43.35	10.75	.490	.625
		실험집단	33	44.48	11.14		
	사후	비교집단	68	44.75	10.57		
		실험집단	33	47.12	9.02		
태도	사전	비교집단	68	66.54	11.63	.099	.921
		실험집단	33	66.82	15.61		
	사후	비교집단	68	66.41	12.62		
		실험집단	33	68.45	12.87		
전체	사전	비교집단	68	109.90	20.24	.305	.761
		실험집단	33	111.30	24.51		
	사후	비교집단	68	111.16	21.47		
		실험집단	33	115.58	19.17		

사후 정의적 특성 검사 결과를 살펴보면 전체적으로 실험집단의 평균점수가 비교집단보다 더 많이 상승하였으나 통계적으로는 유의미하지 않다.

그러나 박상용(2006)의 MBL 프로그램 적용이 초등학교의 과학관련 정의적 특성에 미치는 효과 검증에서 과학적 태도 범주에서는 유의한 차가 나타나지 않았지만 과학관련 정의적 특성 전체 및 인식 범주와 흥미 범주에서 집단 간에 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다.

2) 집단간 정의적 특성(흥미, 태도)의 하위 요소 검사 결과

MBL에 의한 수업이 정의적 특성(흥미, 태도)의 하위 요소 중 어떤 요소에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 비교집단과 실험집단 간에 정의적 특성(흥미, 태도) 하위 요소별 t-검증을 실시하였으며, 그 결과를 <표 10>과 <표 11>에 나타내었다.

<표 10>과 <표 11>에 의하면 정의적 특성 요소별 검증에서 실험집단과 비교집단은 사전 동질집단임이 확인되었다. 사후 정의적 특성 요소별 검증에서는 과학불안과 비판성을 제외한 모든 영역에서 실험집단의 평균점수가 비교집단보다 높게 나타났으나 통계적으로는 유의미한 차이를 보이지 않았다.

선행연구로 박상용(2006)은 MBL 프로그램 적용이 초등학교의 정의적 특성 중 흥미 범주 내의 ‘과학에 대한 흥미’, ‘과학 학습에 대한 흥미’, ‘과학과 관련된 활동에 대한 흥미’를 향상시키고 ‘과학 불

표 10. 집단간 과학에 대한 흥미의 하위 요소별 사전, 사후 검사결과

구 분		N	평균	표준편차	t	p	
과학 흥미	사전	비교집단	68	8.99	3.09	.893	.374
		실험집단	33	9.58	3.17		
	사후	비교집단	68	9.63	3.20		
		실험집단	33	10.61	2.49		
학습 흥미	사전	비교집단	68	8.85	3.13	.650	.517
		실험집단	33	8.42	3.07		
	사후	비교집단	68	9.06	3.10		
		실험집단	33	9.58	2.51		
활동 흥미	사전	비교집단	68	7.63	2.79	.202	.841
		실험집단	33	7.76	3.19		
	사후	비교집단	68	7.65	2.66		
		실험집단	33	8.33	2.54		
직업 흥미	사전	비교집단	68	7.32	3.18	.491	.624
		실험집단	33	7.64	2.60		
	사후	비교집단	68	7.85	3.13		
		실험집단	33	8.36	2.41		
과학 불안	사전	비교집단	68	10.56	2.42	.991	.324
		실험집단	33	11.09	2.74		
	사후	비교집단	68	10.56	2.92		
		실험집단	33	10.24	2.12		

안’의 감소에 통계적으로 효과적인 것으로 나타났으며 태도 범주 내의 모든 하위 요소에서는 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 MBL 시범 수업이 초등학교의 학업성취도, 과학 탐구능력 및 정의적 특성(흥미, 태도)에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이에 대한 결론 및 제언은 다음과 같다.

1. 결 론

첫째, MBL 시범 수업은 과학 학업성취도 향상에 효과적이다. 이는 정확한 변인 통제로 이루어진 실험 결과가 즉각적으로 확인되고 그래프로 도출되어 과학 현상에 대한 올바른 이해와 함께 그래프를 분석하고 해석하는 과정에서 학생들의 사고활동이 촉

표 11. 집단간 과학에 대한 태도의 하위 요소별 사전, 사후 검사결과

구분		N	평균	표준편차	t	p	
호기심	사전	비교집단	68	9.53	2.66	.451	.653
		실험집단	33	9.79	2.78		
	사후	비교집단	68	9.46	2.72	.335	.739
		실험집단	33	9.64	2.45		
개방성	사전	비교집단	68	9.71	2.36	.217	.829
		실험집단	33	9.82	2.62		
	사후	비교집단	68	9.51	1.96	.727	.470
		실험집단	33	9.79	1.67		
비판성	사전	비교집단	68	8.19	2.18	.035	.972
		실험집단	33	8.21	3.11		
	사후	비교집단	68	8.87	2.70	.464	.644
		실험집단	33	8.61	2.57		
협동성	사전	비교집단	68	10.74	2.08	.646	.520
		실험집단	33	10.42	2.61		
	사후	비교집단	68	10.54	2.38	.298	.766
		실험집단	33	10.70	2.48		
자신성	사전	비교집단	68	9.69	2.18	.011	.991
		실험집단	33	9.69	2.78		
	사후	비교집단	68	9.41	2.28	1.478	.141
		실험집단	33	10.15	2.51		
끈기성	사전	비교집단	68	10.15	2.59	.105	.917
		실험집단	33	10.09	2.38		
	사후	비교집단	68	9.88	2.39	1.026	.307
		실험집단	33	10.39	2.26		
창의성	사전	비교집단	68	8.54	2.78	.403	.688
		실험집단	33	8.79	3.00		
	사후	비교집단	68	8.74	3.03	.716	.476
		실험집단	33	9.18	2.76		

진되어 긍정적인 결과가 도출된 것으로 보인다.

둘째, MBL 시범 수업은 학생들의 과학 탐구능력을 향상시키고 특히 기초 탐구 능력을 향상시킨다. 이는 새로운 실험 방법에 대해 흥미를 가지고 주의 깊게 관찰하고 측정된 수치를 정확하게 읽는 과정을 반복하였으며, 실험의 다음 단계를 추리하고 예상하며 수업의 전 과정에 참여하였기 때문에 기초 탐구능력이 향상된 것이다.

또한 MBL 시범 수업은 과학 탐구능력의 하위 요

소 중 특히 ‘가설 설정’ 능력을 향상시킨다. 이는 수업의 전반적인 과정 속에서 학생들의 사고 활동이 활발하게 이루어졌기 때문이다.

셋째, MBL 시범 수업은 정의적 특성(흥미, 태도)에 있어서는 유의미한 효과를 보이지 않았다.

2. 제 언

본 연구 결과가 과학교육 연구와 현장 수업에 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 수업 단원의 목적과 성질을 잘 파악하여 적절하게 MBL을 활용하여 과학 수업을 설계하고 진행한다면 학생들의 학업성취도와 과학 탐구능력을 향상시키는 데 효과적일 것이다.

둘째, 본 연구는 적용 단원의 성격에 따라 시범 수업 형태로 진행되었지만, 단원의 성격 고려와 함께 많은 기술 개발과 투자가 이루어져 많은 학생이 직접 MBL 도구를 다룰 수 있도록 해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 구수정(2003). 학교 과학 실험 교육 실천 방안 : MBL 네트워킹 탐구대회 소개와 전망. 한국과학교육학회, 12-18.
- 구혜원(1993). 과학과 수업에 적용한 MBL 실험 방식의 학습 효과 연구. 이화여자대학교 대학원. 석사학위논문.
- 김덕곤(2005). MBL을 이용한 전기회로 실험 매뉴얼 작성 및 적용. 한국교원대학교 대학원. 석사학위논문.
- 김형수, 권재술(1995). 국민학교 아동들의 속력 개념 형성에서 컴퓨터 인터페이스의 활용 효과. 한국과학교육학회지, 15(2), 154-172.
- 김효남, 정원호, 정진우(1998). 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.
- 박금홍, 구양삼, 이국행, 고석범, 최병순(2004). 중학생의 ‘물과 에탄올의 끓는점 측정’ 학습에서 컴퓨터를 기반으로 하는 실험 수업의 효과. 제 46차 하계학술발표회 및 전국과학교사 현장연구 워크숍. 한국과학교육학회.
- 박상용(2006). MBL 프로그램 적용이 초등학교의 학업성취도 및 과학관련 정의적 특성에 미치는 효과. 경인교육대학교 대학원. 석사학위논문.
- 송인범(2004). 물질의 상태 변화 수업에 적용한 MBL 실험의 효과 연구. 공주대학교 대학원. 석사학위논문.
- 신석주(2006). 고등학교 지구과학 교과서에서 MBL을 이용한 탄성과 실험과 단열 변화 실험의 개발에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원. 석사학위논문.

- 유병길(2006). 초등학교 학생의 컴퓨터 기반 실험 수업 효과. *한국과학교육학회지*, 25(1), 1-13.
- 이동준(2001). 고등학교 물리실험에서 동영상을 이용한 상호작용적 시범실험의 적용. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 이승민(2006). MBL 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 과학탐구능력에 미치는 효과. 경인교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 이항미(2002). 고등학생의 역학적 에너지 보존 학습에서 컴퓨터를 기반으로 하는 상호작용적 시범실험 수업의 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- Brassel, H. (1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representation of distance and velocity. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 385-395.
- Disessa, A. A. (1987). The third revolution in computers and education. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 343-367.
- Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of Research in Science Education*, 27, 173-191.
- Good, R., & Berger, C. (1998). The computer as a powerful tool for understanding science. In Joel J. Mintzes, James H. Wandersee, and Joseph D. Novak(Eds, 1998). *Teaching Science for Understanding*, San Diego: Academic Press.
- Mokros, J., & Tinker, R. (1987). The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of Research in Science Education*, 24, 369-383.
- Narciss, S. (1999). Motivational effects of the informativeness of feedback. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Quebec, Canada.(ERIC Document Reproduction service No. ED 430 034).
- Russell, D., Lucas, K. B., & Mcrobbie, C. J. (1999). Microprocessor based laboratory activities as catalysts for student construction of understanding in physics. Paper presented at the combined annual meeting of the Australian Association for Research in Education and the New Zealand Association for Research in Education, Melbourne. (ERIC Document Reproduction service No. ED 453-067).
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D.R. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58(9) 858-867.