

뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 「슬기로운 생활」 수업의 효과

임채성 · 하지연[†] · 김재영 · 김남일[‡]

(서울교육대학교) · (서울석관초등학교)[†] · (춘천교육대학교)[‡]

The Effects of a Brain-Based Science Teaching and Learning Model on 「Intelligent Life」 Course of Elementary School

Lim, Chae-Seong · Ha, Ji-Yeon[†] · Kim, Jae-Young · Kim, Nam-Il[‡]

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

(Chuncheon National University of Education)[‡]

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effects of a brain-based science teaching and learning model on the science related attitudes, scientific inquiry skills and science knowledge of the 2nd graders in Intelligent Life course. For this study, 117 elementary students from four classes of the 2nd grade in Seoul were selected. In the comparison group, traditional instruction was implemented and in the experimental group, instruction according to brain-based science teaching and learning model was implemented for four weeks. The results of this study were as follows : There were little differences between the comparison and experimental groups in terms of the science related attitudes except for the sub-domains of interest and curiosity. And brain-based science teaching and learning model programs improved a few scientific inquiry skills, especially observation and classification. In addition, the experimental groups showed a positive effect on science knowledge. In conclusion, brain-based science teaching and learning model programs were more effective in improvement of the science related attitudes, scientific inquiry skills and science knowledge of elementary students.

Key words : intelligent life, science-related attitude, scientific inquiry skill, science knowledge, brain-based science teaching and learning

I. 서 론

인간은 본능적으로 학습하는 존재이며, 어떤 것에 대해 관심이나 흥미를 갖고 다양한 방식으로 조작하거나 반응하여 이해 수준에 도달하는 과정을 거친다(Jensen, 2000). 이 과정은 일반인이 어떤 것을 아는 과정으로 간단히 ‘흥미 · 관심 갖기 - 해보기 - 이해하기’로 나타낼 수 있다. 과학자도 이와 마찬가지로 자연물이나 자연 현상에 대해 호기심을 가지고 다양한 신체적, 지적 기능을 체계적으로 사용하여 그에 관한 지식을 생성한다(임채성, 2005).

그리고 학생들의 과학 학습과 과학하기는 이와 같이 과학자가 연구하는 과정과 같은 방식으로 이루어질 때 효과적이다(김찬중 등, 1999).

우리나라 초등학교 저학년의 경우, 후속하는 과학, 수학, 사회 등의 교과와의 연계성을 고려하여 활동 중심의 주제로 통합되어 개발된 「슬기로운 생활」 교과를 통해 공식적으로는 처음으로 과학을 학습하게 된다. 「슬기로운 생활」에서 강조하고 있는 관찰, 분류, 측정 등과 같은 초보적인 탐구 기능은 과학 탐구의 기초가 된다. 뿐만 아니라 저학년 때 형성된 과학에 대한 흥미나 태도 그리고 과학

지식은 후속되는 과학 학습에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 저학년 때의 효과적인 과학 수업은 무엇보다 중요하다. 이처럼 효과적인 과학 수업이 이루어지려면 뇌가 학습하는 방식에 따라 과학을 학습해야 하며, 과학 교육과정상의 주요 목표 영역인 과학 태도 영역, 과학 탐구 기능 영역, 과학 지식 영역을 연계적으로 균형 있게 발달시켜야 한다. 그리고 교육과정 목표의 달성 여부를 확인하고 학습자의 학습 과정과 결과를 총체적으로 이해할 수 있도록 실제적인 평가가 이루어져야 한다(임채성, 2005).

그러나 제 7차 슬기로운 생활 교과서의 경우, 지나치게 활동 위주로 수업이 진행되어 중요한 핵심 내용을 놓치는 경우가 많다(유지연, 2003). 또한, 제 7차 슬기로운 생활 단원 중 과학의 비중이 높은 단원을 중심으로 교과서와 지도서를 살펴보면 과학 태도 영역, 과학 탐구 기능 영역, 과학 지식 영역의 목표 역시 연계성을 가지고 균형 있게 다루어지지 않고 있으며, 학습자의 학습 동기나 호기심을 자극할 만한 자료들이 제시되지 않고 뇌가 학습하는 과정에 따라 학습 순서가 적절하지 않은 경우가 많다. 뿐만 아니라 매 차시 평가 내용을 살펴보면 과학 지식 영역에 대한 평가 내용에 지나치게 편중되고 있다.

저학년 때 학습한 과학 태도, 탐구 기능, 과학 지식이 후속적으로 이루어질 과학 학습의 기초가 되기 때문에 저학년 때 체계적인 과학 학습이 이루어져야 한다. 그러므로 본 연구에서는 저학년을 대상으로 인간 뇌의 구조와 기능의 진화, 발달에 관한 지식을 토대로 과학교육과정 상의 주요 목표 영역인 정의적 영역, 심체적 영역, 인지적 영역의 관계를 토대로 제안된 뇌 기반 과학 교수 학습 모형(임채성, 2005)을 실제 과학 수업에 적용해 보고자 한다. 이 모형은 개체 수준에서 뇌가 발달하고 외부의 정보를 받아들여 처리하는 전반적인 과정인 대뇌변연계 → 대뇌피질의 후두엽, 측두엽, 두정엽, 전두엽 일부 → 대뇌피질의 전두엽 일부, 전두엽 연합영역의 순서(MacLean, 1978, 1990; Sylwester, 1995)를 과학 교육과정상의 주요 목표 영역인 정의적 영역 → 심체적 영역 → 인지적 영역과 연계시켜 과학 교수 학습에서 진행 순서, 다양한 수준의 인지적 활동, 평가를 강조하고 위의 3가지 주요 과학교육목표 영역의 체계적 · 균형적 발달을 위해 제안된 과학 교수

학습 모형이다. 본 연구에서는 뇌 기반 과학 교수 학습 모형에 따라 프로그램을 개발하여 실제 초등학교 2학년 슬기로운 생활 교과 수업에 적용하여 학생들의 과학 태도, 과학 탐구 기능, 과학 학업 성취도에 미치는 효과를 분석하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 서울특별시 소재한 초등학교 1개교, 2학년 4개 학급 117명을 대상으로 비교반(2개 학급 58명)과 실험반(2개 학급 59명)으로 나누어 2학년 슬기로운 생활 2학기 ‘주렁주렁 가을동산’ 단원으로 사전 · 사후 실험 비교반 설계로 수행되었다. 이 단원은 가을철에 주변에서 쉽게 접할 수 있는 동 · 식물들을 대상으로 하기 때문에 학습자가 흥미를 느끼고 가을철 동 · 식물들을 관찰, 분류, 측정 등과 같은 초보적인 탐구 기능 등을 사용하여 알아보는 것을 강조하고 계절별 식물의 변화 모습, 열매와 씨앗이 생기기까지의 과정 등과 같은 과학 지식들이 후속하는 3학년 ‘식물의 잎과 줄기’, 4학년 ‘강낭콩’, 5학년 ‘꽃’, ‘열매’ 단원에서 다루어지는 과학 지식과 연관이 있다고 판단되어 적용 단원으로 선정하였다.

2. 연구 설계

1) 연구 절차

뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 초등학교 2학년 슬기로운 생활 교과에 적용한 과학 학습이 초등학교 2학년 학생들의 과학 태도, 과학 탐구 기능, 과학 학업 성취도에 미치는 영향을 알아보기 위한 설계를 간단히 나타내면 표 1과 같다.

표 1. 연구 설계

비교반	O ₁	O ₂	O ₃	X ₁	O ₄	O ₅	O ₆
실험반	O ₁	O ₂	O ₃	X ₂	O ₄	O ₅	O ₆

O₁ : 사전 과학 태도 검사, O₂ : 사전 과학 탐구 기능 검사
 O₃ : 사전 과학 학업 성취도 검사, O₄ : 사후 과학 태도 검사
 O₅ : 사후 과학 탐구 기능 검사, O₆ : 사후 과학 학업 성취도 검사
 X₁ : 교과서 · 지도서 기반 학습
 X₂ : 뇌 기반 과학 교수학습 모형을 적용한 학습

2) 검사도구

(1) 과학 태도 검사

가) 과학에 대한 태도 검사

본 연구에서는 김주훈과 이양락(1984)이 과학에 대한 태도 및 흥미를 알아보기 위해 개발한 질문지를 신선영(2003)이 초등학교 2학년 수준에 맞게 수정·보완한 것을 과학에 대한 학습자의 일반적인 태도와 흥미를 알아보기 위한 목적으로 사용하였다. 이 검사지는 2차에 걸친 예비 검사를 통해 수정, 보완하여 타당도가 높은 문항들로 구성되어 있으며, 2학년 수준에 적합한 용어가 사용되어 저학년을 대상으로 한 이 연구에 적합하다고 판단되었다. 또한, 3단계 리커트식 척도의 문항으로 구성되어 있으며, 본 검사지의 신뢰도는 신선영(2003)의 연구에서 Cronbach $\alpha=0.73$ 으로 보고되었고, 이 연구에서는 0.63이었다.

나) 과학적 태도 검사

일반적인 과학적 태도를 알아보기 위해 한국교육개발원에서 초등학생을 대상으로 과학적 태도를 10개의 하위 영역으로 세분화하여 개발된 과학적 태도 검사지를 2학년인 학습자의 수준에 맞게 용어나 하위 영역의 수를 축소하는 등 수정, 보완하여 사용하였다(김주훈과 이양락, 1984). 또한, 학년 수준에 맞게 3단계 리커트 척도 문항으로 수정하여 사용하였다. 본 검사지의 신뢰도는 김주훈과 이양락(1984)의 연구에서 Cronbach $\alpha=0.82$ 로 보고되었고, 이 연구에서의 신뢰도는 0.71이다.

(2) 과학 탐구 기능 검사

본 연구에서 사용된 검사 도구는 정정애(1996)가 저학년 수준에 알맞은 기초 탐구 기능을 측정할 수 있는 문항을 저학년에게 적절한 용어를 사용하여 개발한 저학년용 탐구 기능 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 5지 선다형으로 구성되어 있으며, 관찰, 분류, 측정, 추리 영역에 대한 16개 문항을 수정·보완하여 사용하였다. 본 검사지의 신뢰도는 정정애(1996)의 연구에서 Cronbach $\alpha=0.69$ 로 보고되었고, 이 연구에서는 0.60이었다.

(3) 과학 학업 성취도 검사

과학 학업 성취도 검사는 2학년 담임교사 3명과 함께 작성하고 초등 과학 교육 전문가들과 함께 검토하여 타당도가 높은 문항을 중심으로 개발하였다. 문항수는 학습자의 문제 해결 능력과 문항의 난이도를 고려하여 범주별로 조절하였다. 기억 범주 5 문항, 이해 범주 4문항, 적용 범주 3문항, 분석 범주 3문항, 평가 범주 3문항, 창출 범주 2문항으로 총 20 문항으로 구성되어 있으며, 사전 검사지는 2학년 1학기 ‘빛과 그림자’ 단원, 사후 검사지는 2학년 2학기 ‘주렁주렁 가을동산’ 단원의 내용을 바탕으로 문항을 개발하였다. 사전 학업 성취도 검사지의 신뢰도는 Cronbach $\alpha=0.63$ 이며 사후 학업 성취도 검사지의 신뢰도는 Cronbach $\alpha=0.72$ 이다.

3) 자료 처리 및 분석

뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 과학 수업의 효과를 알아보기 위한 정량적 분석은 SPSS WIN 12.0 프로그램을 사용하여 실시하였다. 또한, 비교반과 실험반이 관련 변인에 대해 어떻게, 왜 다른가에 대해 좀 더 자세히 알아보기 위해 비교반에서는 매 차시 수업 후 자기 평가표를 작성하게 하였으며, 자기 평가표 내용을 바탕으로 필요한 경우 면담을 실시하였고, 실험반에서는 매 차시 수업 후 자기 평가표, 학습지, 학습 일기를 작성하게 하고 자기 평가표와 학습일기를 분석하였으며, 필요한 경우 면담을 실시하였다.

4) 교과서·지도서 기반 수업과 뇌 기반 과학 교수학습 모형을 활용한 수업의 비교

뇌 기반 과학 교수학습 모형을 활용한 수업을 위한 학습 자료는 현직에 있는 2학년 담임 교사들과 함께 개발하고 초등과학교육 전문가들과의 협의를 거쳐 개발하였으며, 교과서·지도서 기반 수업과 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 활용한 수업을 비교하면 다음과 같다.

(1) 학습 과정

뇌가 학습하는 과정인 ‘흥미·호기심 갖기(과학 태도 영역) → 해보기(과학 탐구 기능 영역) → 이해하기(과학 지식 영역)’의 과정으로 학습해야 함을 강조하는 뇌 기반 과학 교수학습 모형 학습의 학습 과정을 교과서·지도서 기반 학습과 비교하여 살펴보면 표 2와 같다.

표 2. 교과서·지도서 기반 학습과 뇌 기반 과학 교수 학습 모형 학습의 학습 과정 비교

교과서·지도서 기반 학습			뇌 기반 과학 교수학습 모형 학습		
단계	관련 요소	교수 학습 활동	단계	관련 요소	교수 학습 활동
도입	동기 유발	흥미 유발을 위한 다양한 활동 제시 또는 전시 학습 상기	I (Interest- ing)	흥미·호기심 유발	호기심 유발을 위한 다양한 활동, 자극 제시
	학습 목표 제시	학습 목표 제시		학습 문제 탐색	학습 문제 제시
전개	탐구 활동 인지 활동	탐구 활동과 인지 활동이 동시에 이루어짐	D (Doing)	탐구 활동	학생 위주의 집중적인 탐구 활동
정리	학습 정리	교사가 학습한 내용을 간단히 정리하여 제시	U (Under- standing)	인지적 활동	탐구 활동을 바탕으로 6수준의 인지적 활동
				심화·확장 활동	더 알고 싶은 점 생각해보기

뇌 기반 과학 교수학습 모형 I 단계는 학습자가 배울 학습 내용에 관해 흥미와 호기심을 갖도록 학습 내용과 관련 있는 다양한 활동들로 구성된다. D 단계는 다양한 탐구 기능을 활용하는 활동에 초점을 둔다. 마지막으로 U 단계는 앞에서 했던 탐구 활동을 바탕으로 6가지 수준의 과학 지식에 관련된 학습지를 통해 학습자가 스스로 해결해 가는 인지적 활동을 할 뿐만 아니라 심화·확장 활동에서 배운 학습 내용 중 더 알고 싶은 점을 생각해 보고 정리해 보도록 함으로써 학습자가 계속 호기심을 갖도록 한다.

(2) 과학 지식 영역

뇌 기반 과학 교수학습 모형의 U 단계, 즉 인지적 활동 단계는 매 차시마다 기억, 이해, 적용, 분석, 평가, 창출 6단계를 모두 학습하도록 구성되어 있다.

한 차시 수업의 인지적 영역 수준을 비교하여 제시하면 표 3과 같다.

뇌 기반 과학 교수 학습 모형에서는 Bloom 등(1956)이 처음 제시하고, 이후에 체계적 연구를 통해 개정된 인지적 영역의 분류 체계(Anderson과 Krathwohl, 2000)를 따른다. 그러므로 교과서와 지도서에서 제시하고 있는 각 계절마다 열매 맺는 식물을 알고 계절과 관계없이 열매들을 먹을 수 있는 까닭, 사람들이 음식을 보관하게 된 까닭을 이해하는 것 외에 열매의 특징에 따라 보관법이 어떻게 달라지는지(분석), 보관법의 장·단점에 대해 알아보기(평가), 교과서에 제시된 보관법 외에 계절의 한계를 극복할 수 있는 다른 보관법을 생각해보기(창출) 등과 같은 고차 지식에 대해서도 학습한다. 이처럼 교과서·지도서 기반 학습에서는 다루지 않는 인지적 영역의 활동 시간을 확보하기 위해 학습할 주제에 대한 흥미와

표 3. 교과서·지도서 기반 학습과 뇌 기반 과학 교수학습 모형 학습의 인지적 영역 수준 비교

차시	교과서·지도서 기반 학습	뇌 기반 과학 교수 학습 모형 학습
7차시 봄, 여름, 가을에 열매 맺는 식물	▷ 기억 - 봄이나 여름, 가을에 열매 맺는 식물의 종류 알기	▷ 기억 - 봄, 여름, 가을에 맺히는 열매 이름 알기
	▷ 이해 - 계절과 관계없이 여러 가지 열매들을 먹을 수 있는 까닭 알기 - 사람들이 음식을 보관하게 된 까닭 생각해보기	▷ 이해 - 겨울에도 열매를 먹을 수 있는 이유 알기
		▷ 적용* - 외국 열매를 우리나라에서 먹을 수 있는 까닭 생각해보기
		▷ 분석* - 보관 방법에 따라 열매 나눠보기
		▷ 평가* - 통조림 보관법의 장점과 단점 생각해보기
		▷ 창출* - 계절의 한계를 극복할 수 있는 다른 방법 생각해보기

* : 비교반에는 없으나 실험반에 추가된 활동.

호기심을 자극하는 I단계는 10분을 넘지 않도록 하며, D단계는 핵심적인 탐구 활동들로 집약하여 20분을 할애하고, 마지막 U단계에서는 15~20분 정도를 할애하도록 한다.

(3) 영역별 평가 내용

비교 집단과 실험 집단에서 각 수업의 요소와 관련된 평가를 실시하였다. 한 차시 수업의 영역별 평가 내용을 비교하여 제시하면 표 4와 같다.

뇌 기반 교수 학습 모형 학습에서는 교과서·지도서 기반 학습에서 공식적으로 평가하지 않는 정의적 영역과 심체적 영역의 관련 요소들을 평가하고, 인지적 영역에서도 기억, 이해뿐만 아니라 적용, 분석, 평가, 창출 영역까지 평가하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 활동 개발

구체적인 교수 학습 활동을 개발하기 전에 2학년 슬기로운 생활 교육과정을 분석하여 '3단원 주렁주렁 가을 동산' 단원의 학습에 관련된 과학 태도, 과학 탐구 기능, 과학 지식을 추출한 후 뇌 기반 과학 교수 학습 모형에 적합한 과정과 활동으로 수업과정을 개발하였다. 개발된 실험반의 교수 학습 활동의 예는 표 5와 같다.

I 단계에서는 학교 주변의 모습이나 학급 친구들, 잘 알고 있는 위인과 관련된 이야기 등 학생

표 4. 교과서·지도서 기반 학습과 뇌 기반 과학 교수 학습 모형 학습의 영역별 평가 내용 비교

차시	교과서·지도서 기반 학습		뇌 기반 과학 교수학습 모형 학습
	정의적 영역	제시되지 않음	과학에 대한 태도와 흥미 과학적 태도
7차시 봄, 여름, 가을에 열매 맺는 식물	심체적 영역	제시되지 않음	분류 기능
	인지적 영역	▷ 기억 ▷ 이해	▷ 기억 ▷ 이해 ▷ 적용 ▷ 분석 ▷ 평가 ▷ 창출

들과 친근한 주제들을 학습 내용과 관련시켜 게임이나 이야기 등으로 재구성하여 제시함으로써 학습 주제에 대한 학생들의 흥미와 호기심을 자극하였다. D단계에서는 학생 위주의 모둠별 활동을 통해 학생들이 스스로 탐구할 수 있는 기회를 제공하였으며, 모둠별로 관찰한 꽃이나 식물들을 가지고 직접 가을동산을 꾸며 보거나 서식지에 따라 동물들 사진이나 그림을 직접 붙여보는 활동 등 교과서나 지도서에서 제시하지 않은 탐구 활동 등을 제시하였다. 마지막으로 U단계에서는 식물이 계절에 따라 모습이 달라지는 이유를 생각해 보거나 한 동물의 서식지가 한정됨에 따라 유리한 점과 불리한 점 등 교과서나 지도서에서 다루지 않는 고차 지식을 구성하는 기회를 제공하였다.

2. 과학 태도 영역에 미치는 효과

1) 과학에 대한 태도 검사 결과

뇌 기반 과학 교수 학습 모형이 학생들의 과학에 대한 태도에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보기 위해 비교반과 실험반의 검사 점수를 분석하였다. 사전 검사 결과 두 집단 사이에 유의한 차가 나타나지 않아 두 집단이 동질 집단임을 확인하였다. 과학에 대한 태도의 분석에서 각 집단의 개인차 요인을 통제하기 위해 각 집단 구성원의 차이 점수(사후 검사 점수 - 사전 검사 점수)를 가지고 t 검정을 실시하였으나 두 집단 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 과학에 대한 태도 하위 영역인 인식, 가치, 흥미 영역 모두에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 6).

초등학교 저학년의 경우 슬기로운 생활이라는 통합교과에서 과학을 처음 배우는데 과학이나 과학자라는 단어를 직접적으로 접하기는 어렵다. 그리고 적용 단원인 '주렁주렁 가을동산'의 경우, 주로 가을철에 볼 수 있는 동식물에 흥미를 갖고 관찰하거나 분류, 무게 측정 등의 탐구 활동으로 구성되어 과학과 과학자에 대한 인식, 가치 영역과 관련된 활동이 적었기 때문에 과학이나 과학자에 대한 인식이나 가치 부여 정도가 낮아 큰 변화가 나타나지 않은 것으로 해석된다. 이러한 결과는 신선영(2003)이 초등학교 2학년을 대상으로 실제물을 활용한 풍요 환경을 제공하고 학습자가 관심을 갖고 있는 내용들을 중심으로 수업을 재구성한 뇌친화 학습을 적용한 과학 수업을 했을 때에도 과학이나 과학자에 대해

표 5. 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 교수 학습 활동의 예

차시	학습 주제	학습 활동
1	가을의 식물	I <ul style="list-style-type: none"> · 8월 학교 풍경과 10월 학교 풍경에서 달라진 모습 찾기 게임하기(공통점과 차이점 이야기하기)
		D <ul style="list-style-type: none"> · 가을철 나무, 풀 관찰하기(관찰) · 가을에 피는 꽃 관찰하기(관찰) · 모듈별로 가을 동산 꾸미기
		U <ul style="list-style-type: none"> · 기억 : 가을에 피는 꽃 종류 알아보기 · 이해 : 가을철 식물의 특징 알아보기 · 적용 : 가을철 사람들의 생활 모습 설명하기 · 분석 : 단풍이 드는 나무와 단풍이 안 드는 나무 분류하기 · 평가 : 가을에 낙엽이 짐으로써 식물에게 유리한 점, 불리한 점 알아보기 · 창출 : 식물이 계절에 따라 모습이 변하는 이유 생각해보기
2	가을의 식물	I <ul style="list-style-type: none"> · 퀴즈 맞추기 · 선생님이 제시한 학생들을 분류한 표를 보고 어떤 기준으로 분류하였는지 분류 기준 맞추기
		D <ul style="list-style-type: none"> · 단풍잎의 색깔, 크기, 모양 등을 자세히 관찰하기(관찰) · 단풍잎을 색깔, 크기, 모양 등에 따라 분류하기(분류) · 단풍잎 2차 분류하기(분류) · 분류 활동표 완성하기
		U <ul style="list-style-type: none"> · 기억 : 단풍이 든 나무와 단풍이 안 든 나무 알아보기 · 이해 : 분류할 때의 주의할 점 알기 · 적용 : 다른 단풍잎들을 가지고 분류해보기 · 분석 : 분류된 단풍잎들을 보고 분류기준 알아보기 · 평가 : 자기 모듈과 다른 모듈의 분류 방법 평가하기 · 창출 : 단풍잎의 색깔이 다른 이유 알아보기
3	가을의 동물	I <ul style="list-style-type: none"> · 파브르 곤충기의 일부본 들려주기 · 교과서 삽화 속에 숨어 있는 가을 동물 찾아보기
		D <ul style="list-style-type: none"> · 가을에 볼 수 있는 동물들 관찰하기(관찰) · 가을 동물들의 서식지, 먹이 등 알아보기 · 동물들 사진이나 그림을 배경 그림에 붙여보기(분류, 추리)
		U <ul style="list-style-type: none"> · 기억 : 가을에 볼 수 있는 동물들의 특징 알아보기 · 이해 : 비슷한 서식지에 사는 동물끼리 분류하기 · 적용 : 가을 동물 중 하나를 애완용으로 키우려고 할 때 환경 조성하는 방법 생각해보기 · 분석 : 서식지와 거기에 사는 동물의 특징과의 관계 알아보기 · 평가 : 달팽이가 풀밭에 살아 유리한 점과 불리한 점 알아보기 · 창출 : 거미가 꼭 한 장소에만 살아야 한다면 어떤 특징을 가지고 있어야 할지 알아보기

직접적으로 학습할 기회가 없었기 때문에 과학이나 과학자에 대한 인식과 가치 영역에서 큰 영향을 주지 못했던 연구 결과와 일치한다.

과학에 대한 흥미 영역에서도 비교반, 실험반 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 매 차시 실시한 자기 평가표를 분석한 결과, 수업 후 비교반보다 실험반의 해당차시 주제에 대한 흥미가 더 많이 상승한 것을 알 수 있었다. 자세한 분석 결과는 표 7과 같다.

표 7은 사전에 ‘오늘 학습할 주제에 대해 흥미를 많이 갖고 있는가’와 사후에 ‘오늘 수업 후 학습한 주제에 대해 흥미를 많이 갖게 되었는가’라는 3단

계 리커트식 문항에 답한 결과를 분석한 결과이다. 비교반의 경우 12차시 중 11개에서 사전보다 사후에 ‘그렇다’에 표시한 학생수(%)가 감소했음을 알 수 있다. 반면에 실험반의 경우 12차시 전체에 걸쳐 사전에 ‘보통이다 또는 아니다’에 표시했던 학생들 중 많은 학생들이 사후에 ‘그렇다’는 반응을 보여 수업 후 흥미를 더 많이 갖게 되었음을 알 수 있다.

그러나 자기 평가표 분석 결과와는 달리 과학 태도 검사지 중 흥미 영역의 사전·사후 총점을 비교한 결과, 비교반의 경우 사후에 흥미도가 ‘증가’한 학생수 20명(34%), ‘변화 없는’ 학생 수 7명(12%),

표 6. 과학에 대한 태도 영역별 검사 결과

영역	집단	인원	사전	사후	M (SD)	차이 점수	
			M(SD)	M(SD)		t	p
인식	비교반	58	22.4 (3.04)	22.3 (2.78)	-0.1 (2.92)	-1.624	0.107
	실험반	59	21.6 (3.34)	22.4 (2.13)	0.9 (2.95)		
가치	비교반	58	18.8 (2.61)	18.9 (2.42)	0.1 (2.51)	0.250	0.803
	실험반	59	19.3 (2.58)	19.3 (2.68)	0.0 (2.68)		
흥미	비교반	58	26.1 (4.25)	25.3 (4.08)	-0.7 (3.85)	-0.156	0.876
	실험반	59	26.2 (4.25)	25.6 (4.13)	-0.6 (4.03)		

표 7. 자기평가표 중 흥미도의 사전·사후 변화 분석

차시	비교반(58명)			실험반(59명)		
	수업 후 학생수(%)- 수업 전 학생수 (%)			수업 후 학생수(%)- 수업 전 학생수 (%)		
	그렇다	보통이다		아니다	그렇다	
1	-14	7	7	26	-23	-3
2	-16	8	8	7	-6	-1
3	-10	9	1	12	-10	-2
4	-3	5	-2	20	-18	-2
5~6	0	2	-2	11	-11	0
7	-28	17	11	7	-3	-4
8	-19	12	7	14	-9	-5
9	-12	14	-2	17	-12	-5
10	-16	12	-1	7	2	-9
11	-8	9	-1	26	-9	-17
12	-10	6	5	17	-13	-4

‘감소’한 학생수가 31명(54%)으로 나타났다. 실험반의 경우는 사후에 흥미도가 ‘증가’한 학생수 23명(39%), ‘변화 없는’ 학생 수 10명(17%), ‘감소’한 학생수가 26명(44%)으로 나타났다. 이는 자기 평가표를 분석한 결과, 실험반에서 수업 후에 전반적인 흥미가 향상한 것과는 다른 결과를 보여준다. 이에 대한 구체적인 이유를 살펴보기 위해 자기 평가표 분석 결과 수업 후 흥미는 증가하였으나, 과학 태도 검

사에서 흥미 영역의 점수가 감소한 학생들을 중심으로 공통적으로 점수가 많이 하락한 검사지 항목과 학습 일기를 더 상세히 살펴보았다.

점수가 하락한 검사지 항목은 다음과 같다.

- 학교에서 과학을 더 많이 공부했으면 좋겠다.
- 과학 공부는 어렵고 재미없다.
- 커서 과학과 관련된 일을 하고 싶다.

위의 검사지 항목의 내용을 분석해 보면 학생들이 과학 공부를 어렵고 재미없는 공부라고 생각하며, 과학에 대해 더 많이 공부하고 싶어 하지 않는 것을 알 수 있다.

또한, 비교반에서 사후에 흥미가 하락한 것으로 나타난 학생들을 대상으로 면담을 한 결과 ‘기대한 것보다 수업이 재미없었다, 열매의 속모양을 보고 싶었는데 가까이에서 보지 못했다, 슬기로운 생활 수업에 흥미가 없다’ 등의 부정적인 반응을 보였다.

다음은 태도 검사지에서 흥미가 하락한 것으로 나타난 실험반 학생들의 학습 일기 중 일부를 발췌한 내용이다.

현영 (가명, 1차시)

“첫 번째 활동은 가을 동산을 꾸미는 거였다. 두 번째 활동은 가을에 대해서 학습지를 썼다. 그리고 나는 두 번째 활동이 제일 어려웠다.”

동민 (가명, 3차시)

“오늘은 잠자리에 대해 배웠다. 잠자리를 자세히 보니 신기한 게 많았다. ..(중략) 선생님이 학습지를 풀라고 했는데 귀찮아서 성질이 날 것 같았다.”

유정 (가명, 4차시)

“나는 슬생이 싫다. 슬생이 뭐가 좋다고... 선생님~ 슬생은 싫어요 제발 그만~”

지원 (가명, 8차시)

“오늘도 과일에 대해 배웠다. 과일 속을 실제로 잘라보는 게 재미있었다. 더 많은 과일 속을 잘라 보고 싶다. 수업 후 느낀 점은 별로 좋지 않다. 왜냐면 슬기로운 생활을 많이 하기 때문이다.”

유민 (가명, 11차시)

“씨앗이 꽃이 되고 열매가 되는게 너무 신기했다. ..(중략) 학습지를 풀었다. 근데 앞쪽은 쉬었는데 뒤쪽은 어려웠다. 그래서 쉬는 시간에 겨우 겨우 풀

었다.”

이 학생들은 해보기 단계에서 직접 활동을 해본 것에 대해서는 긍정적인 반응을 보였고, 단풍잎, 잠자리, 열매 등과 같은 학습 주제에도 더 많은 관심과 흥미가 생겼음을 알 수 있다. 이는 수업 후 학습 주제에 대해 흥미가 상승한 것으로 나타난 자기 평가표 결과가 일치한다. 그러나 이해하기 단계에서 학습지를 통해 기억에서 창출 수준에 이르는 문제들을 해결하는 데 어려움을 느껴 과학 전반에 대한 인식이 부정적으로 변화된 것으로 보인다. 그러므로 이해하기 단계에서 인지적 영역의 6수준을 다룰 때 학생들의 수준을 고려하여 수준별로 활동을 개발하여 적용하면 이러한 문제를 줄여 나갈 수 있을 것이다.

흥미 영역이 상승한 비교반 학생들의 경우, ‘오늘 단풍잎을 많이 가져와서 친구들이 부러워했다, 오늘 수업은 내가 좋아하는 잠자리에 대해 배워서 재미있었다, 교실에서 직접 열매를 보니까 더 신기했다’ 등의 반응을 보였는데, 탐구 활동보다는 학습 주제나 준비물 등에 더 많은 관심과 흥미를 갖고 있었다. 반면에 흥미 영역이 상승한 실험반 학생들의 학습 일기를 살펴보면 다음과 같이 탐구활동에 흥미를 갖고 있음을 알 수 있다.

윤희 (가명, 5~6차시)

“가을에 무슨 일을 하는 지 배웠다. ..(중략) 슬기로운 생활 수업은 작은 것에 적극적으로 알아서 별로 흥미 없던 일도 슬기로운 생활 수업에서 배우면 재밌다.

주은 (가명, 8차시)

“과일을 냄새, 촉감을 느끼며 관찰을 하였다. ..(중략) 수업 후 느낀 점은 평소 그냥 맛있다며 먹던 과일을 더 자세하게 알아서 과일은 재미있는 음식이구나 느꼈다. 향을 맡을 때도, 만져볼 때도 학교에서 친구들이랑 하니 재밌다.”

다정 (가명, 8차시)

“오늘은 열매를 냄새를 맡아보고 만져보고 하는 게 너무 재미있어서 제일 기억에 남는 것 같다. 너무 너무 재미있었다.”

주철 (가명, 9차시)

“열매를 가지고 배웠다. 가장 기억에 남는 활동은 무게 재기다. 배가 제일 무거웠고, 밤이 제일 가벼웠

다. 재미있었다.”

위의 학습 일기에서는 학생들이 수업을 하는 동안 직접 해보는 활동에서 많은 즐거움과 흥미를 느끼고 있음을 알 수 있다. 그리고 수업에 대한 긍정적인 반응과 흥미가 교과에 대한 긍정적인 반응으로도 이어짐을 알 수 있다. 또한, 실험반에서는 ‘어떤 열매가 있는지 맞춰보는 어둠 상자 놀이가 재미있었다, 뉴스에서 보던 일기 예보를 학교에서 봐서 신기했다’ 등의 수업 전 동기 유발 활동이 재미있었다는 언급도 있었다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 형식적인 흥미 검사 도구에서는 향상의 징후가 드러나지 않지만 수업 후 ‘가을에 주로 볼 수 있는 동식물’이라는 구체적인 학습 주제에 대해서는 비교반에 비해 실험반 학생들의 흥미가 높아졌음을 알 수 있다. 그러므로 교과서·지도서 기반 학습보다 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 학습이 학습 주제에 대한 흥미를 향상시키는 데 기여한다고 할 수 있다.

2) 과학적 태도 검사 결과

뇌 기반 과학 교수 학습 모형이 과학적 태도에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보기 위해 비교반과 실험반의 검사 결과를 분석하였다. 과학적 태도 검사 총점을 비교한 결과 두 집단 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

과학적 태도 검사의 하위 영역별 결과를 살펴본 결과 호기심($t(57, 58)=-2.479, p=.015$)을 제외한 준비성, 적극성, 협동성, 지속성, 비판성에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

즉, 호기심 영역에서는 사후에 비교반은 점수가 하락한 반면 실험반은 점수가 상승하였다. 이는 과학에 대한 태도 영역 중 흥미 영역에서 비교반보다 실험반의 흥미도가 높게 나타났던 것과 연관이 있다고 보여지며 비교반 수업보다 실험반 수업에서 더 많은 식물 경험과 자극이 있었고 학생이 직접 해보는 활동이 많았으며, 학습지에서 창의적이고 심층적인 사고가 요구되는 평가, 창출 영역의 과제를 해결하고 더 알아보고 싶은 점을 생각해 보는 과정 등이 호기심 영역에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각한다. 예를 들면 7차시 학습지의 평가 영역에 해당하는 문항은 ‘열매를 통조림으로 만들어 먹는 것의 장단점 생각해보기’이고, 창출 영역에 해당하는 문항은

‘열매를 겨울에도 먹을 수 있는 나만의 열매 보관법 생각해보기’였다. 그런데 7차시의 더 알고 싶은 점 내용을 분석한 결과(표 8)를 살펴보면 실험반에서 ‘깡깡 통조림도 있을까, 비닐 하우스 온도를 조절하는 방법, 열매를 말리는 방법’ 등 비교반에서는 언급되지 않은 내용이 나타났다. 이를 통해 창의적인 사고의 비중이 높은 평가, 창출 문항이 더 다양한 영역에 걸쳐 학습자의 호기심을 자극함을 알 수 있다. 다음은 실험반 학생의 학습 일기 내용 중에서 호

기심 영역과 관련된 부분을 발췌한 것이다.

용수 (가명, 2차시)

“난 원래 가을에 대해 관심이 없었는데 이걸(단풍 잎 분류표 만들기)하고 나니까 관심이 생기고 재미 있고 흥미로워진다.”

주은 (가명, 5-6차시)

“난 오늘 나무에 대해서 배웠다. 나무가 날씨와 관련된 건 알고 있지만 사람들이 겨울을 대비한 모

표 8. 더 알고 싶은 점 내용의 분석 결과 예

	비교반	실험반
2차시	① 단풍이 드는 이유 ② 단풍이 빨간 이유 ③ 단풍잎이 왜 말라있는지	① 단풍이 드는 이유 ② 단풍잎 색이 여러 가지인 이유* ③ 단풍잎이 왜 거칠거칠한지* ④ 단풍잎이 왜 마르면 떨어지는지
4차시	① 잠자리 눈은 왜 클까 ② 잠자리 날개가 4개인 이유 ③ 잠자리가 짝짓기 하는 방법 ④ 잠자리 다리가 6개인 이유 ⑤ 잠자리가 조금만 다가가도 도망갈 수 있는 이유 ⑥ 잠자리 먹이 ⑦ 잠자리가 어떻게 태어나는지	① 왜 잠자리가 꼬리를 부르르 떠는지* ② 잠자리가 왜 웅웅소리를 내면서 나는지* ③ 잠자리 잡는 법 ④ 잠자리 날개, 눈을 확대해 보기* ⑤ 다양한 잠자리 종류* ⑥ 잠자리 배 속 ⑦ 고추잠자리 배가 빨간 이유* ⑧ 날씨와 곤충과의 관계* ⑨ 잠자리가 어떻게 태어나는지
7차시	① 과일에 대한 정보 ② 열매의 크기가 다른 이유 ③ 열매가 언제 열리는지 ④ 열매가 어떻게 자라는지 ⑤ 열매가 딱딱한 것과 물렁물렁 한 것이 있는지 ⑥ 다른 다양한 종류의 열매 ⑦ 열매의 씨에 대해 ⑧ 도토리도 씨가 있는지 ⑨ 과일이 맛있는 이유	① 깡깡 통조림도 있을까 ② 열매의 껍모양이 다른 이유 ③ 은행에서 왜 나쁜 냄새가 나는지* ④ 열매가 생기는 과정 ⑤ 가을에 주로 먹을 수 있는 채소 ⑥ 겨울에 주로 나는 열매 ⑦ 열매를 기르는 방법* - 오늘 배운 열매를 직접 길러보고 싶어서 ⑧ 사과가 빨간색인 이유 ⑨ 열매들이 어디서 나는지 ⑩ 과일의 색이 변하는 이유와 과정* ⑪ 잼으로 만들 수 있는 열매들 ⑫ 비닐하우스 온도를 조절하는 방법* ⑬ 열매를 말리는 방법* ⑭ 과일 맛이 왜 다른지
11차시	① 씨앗이 다른 이유 ② 식물의 종류가 다양한 이유 ③ 씨앗이 자라는 과정 ④ 씨앗을 먹지 않는 이유 ⑤ 식물이 물만 먹고도 열매를 주렁주렁 열리게 하는 이유 ⑥ 열매 보관법 ⑦ 씨앗이 빨리 변하지 않는 이유 ⑧ 씨앗의 크기 ⑨ 다른 종류의 씨	① 더 다양한 꽃과 열매의 씨 모양 ② 씨앗이 생기는 과정* ③ 씨앗이 나무로 성장하는 과정 ④ 꽃이 어떻게 씨를 만드는지 ⑤ 씨가 왜 생겼는지 ⑥ 씨에 곰팡이가 생기면 왜 안 자라는지 ⑦ 과일을 먹고 그 속에 있던 씨를 심으면 진짜 나무가 되는지 ⑧ 씨앗을 심으면 얼마 만에 씨가 나오는지 ⑨ 다른 꽃가루가 묻으면 어떤 열매가 열리게 될지*

* : 실험반에 특징적으로 나타난 내용.

습에 참 호기심을 많이 가지게 됐다. 첫째 …(중략) 둘째, 나무에 벗짚을 지어서 곤충들이 거기 모여든 다는데 왜 모여들게 한 것일까?… (중략) 이게 내가 알고 싶은 호기심이다. 앞으로는 호기심을 가지면서 호기심을 끌어내고 싶다.”

은정 (가명, 9차시)

“난 이번 시간에 과일 속 모습을 보았다. 내 사과는 세로로 잘랐는데 아주 예뻐다. 바로 별 모양이었던 것이다. 나는 씨에 대해서 아주 흥미진진하였다. 그리고 빼놓을 수 없는 나의 호기심은 속에는 사과씨가 5, 6개라는데 같은 과일인데 왜 씨에 개수는 다를까? …(중략)”

위의 자료에서 알 수 있듯이 학생들은 단풍잎 분류표 만들기, 계절에 따라 사람들이 하는 일 조사 발표하기, 과일의 실제 속 모양 관찰하기 활동 등 실물을 조작, 관찰한 경험과 친구들이 조사한 내용을 들으면서 알게 된 사실들로 인해 학습 주제에 대해 흥미와 호기심을 느끼고 나아가 스스로 더 알고 싶은 점을 생각하였다. 또한, 수업 후 학습한 주제에 대해 ‘더 알고 싶은 점’을 기록한 내용을 분석한 결과(표 8)도 이를 뒷받침해준다.

더 알고 싶은 점을 분석한 표 8을 비교해 보면 비교반에 비해 실험반의 경우, 학습 주제와 관련하여 더 다양한 영역에 호기심을 갖고 있는 것을 알 수 있으며, 실험반에서 ‘단풍잎이 거칠거칠한 이유, 잠자리가 꼬리를 떠는 이유, 과일의 색이 변하는 이유와 과정’ 등 관심을 갖고 사물을 더 자세하게 관찰해야 나타날 수 있는 호기심들이 많이 나타나고 있음을 알 수 있다. 그리고 ‘고추잠자리 외에 더 다양한 종류의 잠자리, 비닐하우스 온도를 조절하는 방법, 다른 꽃가루가 묻으면 어떤 열매가 열릴까’ 등 학습한 내용보다 더 심화된 호기심 등이 나타나고 있음을 알 수 있다.

이상에서 살펴 본 결과들을 종합해볼 때 교과서·지도서 기반 학습보다 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 학습이 과학적 호기심을 향상시키는데 더 효과적이라고 할 수 있다.

3. 과학 탐구 기능 영역에 미치는 효과

뇌 기반 과학 교수 학습 모형이 과학 탐구 기능에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보기 위해 과학 탐구 기능 검사의 총점을 비교한 결과, 비교반, 실험

반 모두 향상되었으나, 두 집단 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다($t(58,59)=-0.849, p>.05$). 그러나 사후 검사 결과, 비교반보다 실험반의 점수 향상 폭이 크고 사전 검사 결과에서는 비교반의 점수가 실험반보다 높았으나, 사후 검사 결과 실험반의 점수가 더 높게 나온 것으로 보아 뇌 기반 교수 학습 모형을 적용한 과학 학습이 과학 탐구 기능 향상에 어느 정도 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

과학 탐구 기능의 하위 요소별로 사전-사후 차이 점수를 분석한 결과, 분류 영역($t(58, 59)=2.420, p=.017$)에서만 유의한 차이가 나타났다.

분류 영역의 경우 비교반, 실험반 모두 향상된 결과를 보여주었다. 이는 이 단원의 특성상 가을철 동식물을 생김새와 특징 등에 따라 분류하는 활동이 많아 분류 경험이 거의 없었던 저학년 학생들이 실제 단풍잎과 열매 등을 가지고 직접 분류해 보는 경험을 했기 때문이라고 해석된다. 그러나 비교반은 1.6점 상승한 반면 실험반은 3.2점이 상승하였다. 비교반에서는 총 12차시 중 3차시에 걸쳐 분류 활동을 했으나, 실험반에서는 5차시에 걸쳐 분류 활동을 하였다. 그리고 비교반에서는 지도서에 제시된 단풍잎 분류표 만들기, 계절에 따른 열매 분류표 만들기 활동을 교사 주도의 전체 학습으로 하였다. 그러나 실험반에서는 학습자가 실제적이고 경험적인 학습 내용을 유의미한 것으로 받아들이며 직접적인 경험과 체험을 했을 때 학습 내용이 뇌에 더 잘 패턴화되기 때문에(Jensen, 1998) 학습자에게 좀 더 직접적인 경험을 할 수 있는 기회를 제공하기 위해 학습자 주도의 모듈별 학습으로 구성하였다. 또한, 실험반에서는 학습지를 해결할 때 스스로 2차 분류까지 기준을 세워 분류해 보고 다른 모듈의 분류표를 보고 분류 기준을 맞춰보거나 장단점을 평가해 보는 등의 탐구 활동을 추가하였다. 그러므로 비교반에 비해 실험반에서 분류 활동 기회가 더 많았으며, 더 다양하고 심화된 분류 활동을 해봄으로써 실험반의 점수가 더 많이 상승한 것으로 보인다. 이는 탐구 놀이가 2학년 학생들의 과학 탐구 기능에 어떠한 영향을 미치는지를 연구한 김선봉(2005)의 연구 결과와도 관련된다. 이 연구에서는 탐구 놀이로 대상물의 공통점과 차이점을 찾는 학습을 여러 번 하게 하였더니, 2학년 학생들이 분류 방법에 익숙해지면서 분류 능력이 향상되었다고 밝혔다.

비교반 학생들을 대상으로 면담을 한 결과, 단풍

있 분류표 만들기, 계절별로 열매 그림 분류하기 등의 활동이 재미있었다는 반응은 보였지만, 단풍잎이나 열매 그림 등의 분류 기준이나 분류 방법 등에 대해선 구체적인 언급을 하지 않았다. 반면에 실험반 학생의 학습 일기 중 분류 영역과 관련된 부분을 살펴보면 다음 예시처럼 분류 활동에 대한 구체적인 언급이 나타남을 알 수 있다.

은정 (가명, 2차시)

“오늘 단풍잎을 분류하는 것을 했다. …(중략) 우리는 먼저 노랑색과 빨간색으로 나눈 다음 노랑은 그냥 노랑색과 초록색과 노랑색이 섞인 것으로 분류하고 빨간색을 길쭉한 것과 동그란 것으로 나눴다. …(중략)”

현영 (가명, 2차시)

“모듬된 분류표를 만들었다. …(중략) 내가 만들고 친구들이 붙이고 나니 참 예뻐다.

주철 (가명, 2차시)

“오늘 슬생 시간에 단풍조사를 하였다. …(중략) 우리 조는 까칠까칠한 것과 부드러운 것이 1차 분류다. 그리고 큰 것과 작은 것이 2차 분류다.”

은정 (가명, 7차시)

“오늘 각 계절의 과일을 분류해 보았다. 아~ 여름이 가장 기억에 남는다. 여름 과일이 이렇게 수입

한 게 많다니 놀랐다.”

이처럼 학생들이 스스로 분류 기준을 세워 단풍잎과 과일을 분류하는 모습을 볼 수 있다. 그리고 실제물을 사용하여 분류 활동을 했기 때문에 걸모양 뿐만 아니라 촉감 등과 같은 다양한 분류 기준을 세워 분류 활동을 하였음을 알 수 있다.

4. 과학 지식 영역에 미치는 효과

뇌 기반 과학 교수 학습 모형이 과학 지식 영역에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보기 위해 과학 학업 성취도를 비교하였다. 과학 학업 성취도의 경우, 사전 검사지의 경우, 2학년 1학기 ‘빛과 그림자’ 단원으로, 사후 검사지의 경우 2학년 2학기 ‘주렁 주렁 가을동산’ 단원으로 문항을 개발하였는데, 사전 검사 결과 두 집단 사이에 유의한 차가 나타나지 않아 동질 집단임을 확인했다. 수업 후 사후 과학 학업 성취도 점수를 t 검정한 결과, 집단 간에 유의한 차이가 나타났다($t(58, 59)=3.371, p=.001$).

또한, 과학 학업 성취도를 하위 영역별로 분석한 결과, 기억, 이해, 적용, 분석 영역에서 유의한 차이가 나타났다(표 9).

기억 영역의 경우 사전에는 비교반이 실험반보다 1.4점 높았으나, 사후에는 비교반보다 실험반이 2.7점 더 높게 나타났으며, 유의한 차이를 보였다.

표 9. 과학 학업 성취도의 하위 영역별 분석 결과

영역	집단	인원	사전			사후		
			M(SD)	t	p	M(SD)	t	p
기억	비교반	58	16.5(6.21)	1.197	0.234	14.4(6.49)	-2.476	0.015
	실험반	59	15.1(6.26)			17.1(5.35)		
이해	비교반	58	16.3(4.45)	0.240	0.810	10.7(4.44)	-3.380	0.001
	실험반	59	16.1(4.16)			13.6(4.74)		
적용	비교반	58	10.3(4.13)	2.263	0.026	10.3(3.96)	-1.408	0.162
	실험반	59	8.6(3.58)			11.4(3.81)		
분석	비교반	58	12.2(3.88)	1.432	0.155	6.0(3.95)	-2.628	0.010
	실험반	59	11.2(4.08)			8.2(4.98)		
평가	비교반	58	7.8(4.50)	-1.335	0.184	8.2(3.20)	-1.584	0.116
	실험반	59	9.0(4.71)			9.2(3.37)		
창출	비교반	58	6.6(3.30)	-1.555	0.123	5.8(3.60)	-1.182	0.240
	실험반	59	7.5(2.99)			6.5(3.25)		

교과서·지도서 기반 학습에서는 수업 시간 중 교사의 설명이 차지하는 비중이 높은 반면, 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 수업에서는 학생 스스로 직접 경험을 하는 기회가 많고 그 날 배운 내용을 정리할 때도 개별적으로 학습지를 해결함으로써 기억 영역의 점수가 유의하게 향상되었다고 해석된다. 또한, 과학에 대한 태도의 흥미 영역에서 비교반보다 실험반 학생들이 더 높았는데, 수업에 대한 흥미가 수업에 더 적극적으로 참여하도록 하여 기억 영역에 더 긍정적인 효과를 나타낸 것으로 생각한다. 이와 같은 결과는 아동이 능동적으로 학습에 참여했을 때 수업에 대한 기억량이 더 많았다는 임채성 등(2005)과 김분숙 등 (2006)의 연구와 수업이 긍정적인 감성 상태에서 이루어졌다고 지각한 경우가 부정적인 감성 상태에서 이루어졌다고 지각한 경우보다 학습 기억량이 훨씬 더 많았다는 임채성과 오윤화(2004)의 연구와 일맥 상통한다.

이해 영역의 경우, 사전에는 비교반이 실험반보다 0.2점 높았으나, 사후에는 비교반보다 실험반이 2.9점 높게 나타나 유의한 차이를 보였다. 이는 교과서·지도서 기반 수업에서는 총 12차시 중 6차시에서만 이해 영역과 관련된 활동을 하였으나, 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 수업에서는 12차시에 걸쳐 실시하여 나타난 결과로 보여진다. 또한, 비교반보다 실험반 학생들이 수업에 흥미를 느끼고 직접 참여하는 활동이 많아 학습 내용을 이해하는데 도움을 준 것으로 보인다. 이는 뇌의 기억 체계를 활용한 과학 수업 결과, 학생들의 과학 태도가 긍정적이어서 학생들이 적극적으로 참여한 것이 이해도 향상에 도움을 주었다는 김정석(2006)의 연구 결과와도 일맥상통한다.

적용 영역의 경우, 사전 검사 결과 유의한 차이 ($t(58, 59)=2.263, p<.05$)를 보인 이질 집단이었으므로 사전의 적용 영역을 공변인으로 하여 공변량 분석을 실시하였다. 공변량 분석을 한 결과, 표 10과 같이 사후 적용 영역에서 실험반의 점수가 유의하게 높았다. 적용은 학습한 내용을 새로운 구체적인 상태에 사용하는 능력으로서 문제 해결 능력을 의미한다. 그러므로 ‘우리나라에서 열리지 않는 파인에 플을 마트에서 볼 수 있는 이유, 사슴벌레를 애완용으로 기를 때 집을 어떻게 꾸며 주어야 하는가’ 등의 적용 문제를 해결하기 위해서는 우리나라에서 재배하지 않는 열매를 먹을 수 있는 방법, 사슴벌레

의 먹이나 사는 곳 등에 대한 정확한 이해가 우선되어야 한다. 이해 영역뿐만 아니라 총점에서도 비교반에 비해 실험반의 점수가 유의하게 높게 나타났으므로 실험반 학생들이 학습 내용을 더 잘 이해했다고 볼 수 있으며, 학습 내용에 대한 이해가 적용 영역에도 영향을 미쳤다고 생각한다. 그리고 비교반의 경우, 12차시 중에서 3차시만 적용 영역과 관련된 활동을 한 반면 실험반의 경우, 12차시 전 차시에서 다루어 학생들이 문제를 이해하고 해결하는데 더 익숙하여 유의한 차가 나타난 것으로 보인다.

분석 영역의 경우, 사전에는 비교반이 실험반보다 1.1점 높았으나, 사후에는 비교반보다 실험반이 2.9점 높게 나타났다. 과학 학업 성취도 검사 중 분석 영역 문항들을 살펴보면 과학 탐구 기능의 분류 영역과 관련된 문항이 많았는데, 과학 탐구 기능 결과 비교반보다 실험반의 분류 기능이 높게 나타난 것과 연관이 있다고 보인다.

평가, 창출 영역의 경우는 사전·사후 검사 결과, 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 평가, 창출 영역은 고차원적인 지식 영역에 속하므로 1개월 정도의 단 기간에 향상되기 어렵기 때문으로 판단된다.

다음은 실험반에서 실시한 학습 활동들이 과학 지식 영역에 어떻게 영향을 미쳤는지를 알 수 있는 실험반 학생들의 학습 일기 중 일부를 발췌한 것이다.

다정 (가명, 1차시)

“오늘 학교에서 2교시에 가을 동산 꾸미기를 했다... 그 때 난 단풍이 드는 나무나 내가 모르는 잎에 대해서 알게 되었다. 그리고 오늘 한 가을 동산 꾸미기는 참 재미있고 참 많은 지식을 얻었다.”

용민 (가명, 4차시)

“오늘은 잠자리에 대해서 배웠다... 나는 머리에 코와 입이 있는 줄 알았는데 입과 눈과 함께 있었다. 배는 꼬리처럼 생겨서 나는 처음에 참 이상했는데 오늘 배워 보고 나니 잠자리의 배가 어떻게 생겼

표 10. 사후 적용 요소 공변량 분석 결과

	자승화	자유도	평균 자승화	F	p
공변인	320.650	1	320.650	18.228	.000
집단	198.455	1	198.455	11.281	.001
잔차	2005.417	114	17.591		
전체	8425.000	117			

는지 알 것 같았다.”

용수 (가명, 4차시)

“오늘 학교에서 2교시에 잠자리를 관찰하고 잠자리를 그리는 활동을 했다.... 잠자리를 그리면 학습지를 하는 것이다. 학습지에 잠자리에 대한 것만 있었다. 난 학습지를 다 하니가 잠자리에 대해 모른 점을 오늘 학교에서 모두 다 배웠다.”

현영 (가명, 5-6차시)

“오늘은 계절에 대해 배웠다. 컴퓨터로 날씨를 보고 어떤 계절인지 발표하는 활동을 하였다. 이 활동을 해서 계절에 대하여 더 많이 안 것 같다.”

위의 학습 일기 내용을 보면 해보기 단계에서 이루어진 탐구활동이 자연스럽게 이해하기 단계에 영향을 미쳐 학생들이 학습한 내용을 이해하는 데 많은 도움을 주었음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 이해하기 단계에서 학습지를 이용하여 인지적 영역의 6 수준에 관련된 문제들을 해결해 나가면서 스스로 학습한 내용을 내면화하는 인지적 활동을 할 수 있는 계기가 되었음을 알 수 있다.

5. 학생들의 특징적 변화 양상

뇌 기반 과학 교수 학습 모형에서 강조하는 3가지 과학 교육 목표 사이의 연계성을 알아보기 위해 특정 학생들의 사전·사후 변화 양상을 살펴보았다. 학생들의 양적인 변화는 표 11과 같다.

주철이는 사전 학업 성취도 평가에서 95점을 얻어 ‘상’에 속했던 학생인데, 사후에도 90점으로 높은 점수를 유지하였다. 주철이의 과학 태도와 과학 탐구 능력의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 과학에 대한 태도는 74점으로 4점 상승하였으며, 그 중 흥미 영역은 사전 사후 28점으로 동일하였다. 과학 탐구 능력 역시 사전 사후 70점으로 높은 점수를 유지하

였다. 주철이의 학습 일기를 보면 2차시에 조별로 단풍잎 분류표를 만들기 활동을 하면서 재미는 있지만 힘들었다는 반응을 보였다. 주철이는 평소에 학업 성취도는 뛰어나지만 학습지를 해결하거나 조별 활동들을 할 때 적극적으로 참여하지 않는 학생이다. 그러나 점차 학습 일기에서 힘들었다는 반응은 찾아보기 어려웠고, 9차시 활동에서는 평소에 흥미를 갖고 있던 열매를 직접 만져보며 무게를 재어보는 활동을 재미있어 하였다. 주철이의 경우, 다양한 활동들을 부담스러워할 것이라고 생각하였으나, 과학에 대한 흥미나 호기심은 변화되지 않았고, 탐구 능력과 학업 성취도 모두 높은 점수를 유지하였다.

은정이는 사전 학업 성취도 평가에서는 65점으로 ‘중’에 해당하는 학생이었다. 은정이의 변화를 살펴보면 학업 성취도의 경우 사후에 평균 65.9점보다 높은 75점을 받았다. 그 중에서 지식과 분석 영역이 각각 10점씩 상승하였다. 은정이의 과학에 대한 태도 중 흥미 영역은 사후에 3점 상승하였으며, 과학적 태도의 호기심 영역은 사전 사후 점수 변동은 없으나, 9점 만점 중 8점으로 높은 수준을 유지하였다. 그리고 과학 탐구 능력 총점이 60점에서 75점으로 15점 상승하였고, 그 중에서 분류 영역이 10점 상승하였다. 은정이는 다른 학생들에 비해 학습 일기를 굉장히 열심히 작성하였고 학습 일기 곳곳에서 ‘같은 사과인데 씨의 개수가 왜 다른지, 계절별로 열매를 분류해 보니 여름 과일에서는 수입한 것이 많았다’ 등 스스로 더 알고 싶은 점을 생각해내고 활동 속에서 지식을 형성해 나가고 있음을 알 수 있는 부분들이 나타났다. 또한, ‘흥미진진하였다, 재밌었다’ 등의 표현이 많이 나타난 것으로 보아 탐구 활동에도 흥미를 갖고 적극적으로 참여하였음을 알 수 있다. 이것으로 보아 과학에 대한 긍정적인 태도가 적극적인 탐구 활동으로 이어지고, 탐구 활동은

표 11. 특정 학생들의 과학 태도·과학 탐구 능력·과학지식의 사전·사후 점수 비교

구분	사전 학업 성취도 수준	이름	과학에 대한 태도		과학적 태도		과학 탐구 능력		과학 지식	
			전	후	전	후	전	후	전	후
실험반	상	주철	70(흥28)	74(흥28)	48(호9)	44(호8)	70	70	95	90
	중	은정	61(흥23)	64(흥26)	37(호8)	49(호8)	75	60	65	75
	하	시은	66(흥26)	62(흥24)	36(호7)	36(호6)	25	30	30	45

흥: 흥미 영역, 호: 호기심 영역.

탐구 능력 향상뿐만 아니라 탐구 대상에 대한 호기심을 갖게 하고 탐구 활동을 통해 과학 지식을 형성해 나갈 수 있음을 알 수 있다.

시온이는 사전 학업 성취도 평가에서 30점을 얻어 '하'에 속했던 학생이다. 시온이는 평소 수업에 집중하지 못하고 산만한 학생이다. 그러나 학습 일기를 살펴보면 그 날 했던 활동들을 자세하게 기록한 것으로 보아 탐구 활동에 적극적으로 참여하였던 것으로 보인다. 또한, 4차시 잠자리에 대한 수업을 한 후 '학교가 학원보다 재밌는 곳이고 슬기로운 생활은 참 재미있고 도움이 된다'라고 기록한 것으로 보아 슬기로운 생활 수업을 긍정적으로 생각하고 있음을 알 수 있다. 시온이의 과학 태도는 사전 사후에 큰 변화 없이 높은 수준을 유지하였다. 과학 탐구 능력은 사후에 5점 상승하였으나, 분류 활동을 5차시에 걸쳐 실시했음에도 불구하고 분류 영역 점수가 10점 하락하였다. 이는 시온이가 실물을 만져 보고 관찰하는 등의 활동 자체에만 흥미를 갖고 재미있게 참여하였고, 분류해 보거나 측정해 보기 등의 과학 탐구와 관련된 활동에는 열심히 참여하지 않았기 때문으로 보인다. 또한, 과학 탐구 능력을 측정하는 검사지의 문항이 시온이가 학습한 것과는 별개의 내용을 다루었기 때문에 3단원을 학습한 후 변화된 시온이의 탐구 능력이 제대로 측정되지 않았을 가능성도 있다. 학업 성취도에서는 사후에도 45점으로 '하'에 속하나, 사후 평균이 사전보다 낮은 것에 반해 시온이의 경우는 오히려 사후에 점수가 상승하였다. 특히 적용 영역의 점수가 10점 상승하였다. 탐구 활동은 조별 활동이었기 때문에 활동에 대한 책임이 크지 않지만 인지 활동에 해당하는 학습지 해결하기는 개별 활동이기 때문에 개인의 책임이 크다. 그러므로 학습지를 12차시 동안 해결해가면서 인지적 영역의 6수준에 익숙해졌기 때문에 사후 학업 성취도에서 향상된 것으로 보인다.

위의 세 명의 학생을 대상으로 과학 태도-과학 탐구 능력-과학 지식의 연계성을 살펴본 결과, 주철이처럼 학업 성취도가 '상'인 경우 대체로 과학 태도, 과학 탐구 능력, 과학 지식 모두 '상'에 해당한다. 또한, 은정이처럼 학업 성취도가 '중'인 경우 과학 태도 점수가 상승하면서 과학 탐구 능력, 과학 지식 모두 상승하는 것을 알 수 있다. 즉, 과학 태도가 원래 높았거나 높아지면 과학 탐구 능력과 과학 지식 역시 높은 점수를 그대로 유지하거나 상승하는 것

을 알 수 있다. 그러나 시온이처럼 학업 성취도가 '하'인 학생들은 과학 태도 점수는 높으나, 과학 탐구 능력, 과학 지식의 점수가 낮게 나타났다. 즉, 학생들이 과학에 대한 흥미나 호기심을 많이 갖고 있더라도 활동 자체에만 흥미나 관심을 갖고 있을 수 있기 때문에 과학 태도의 향상이 곧 과학 탐구 능력과 과학 지식의 향상으로 이어지지 않을 수도 있으며, 과학 탐구 능력과 과학 지식은 과거의 학습이 축적되어 이루어지므로 단기간에 향상되는 것이 아니다. 그러므로 학생들의 과학에 대한 흥미 향상만을 강조할 것이 아니라 이러한 과학에 대한 긍정적인 태도가 탐구 활동과 지식을 형성 과정과도 연계될 수 있도록 수업을 구성해야 한다. 또한, 과학 탐구 능력 점수와 과학 지식 점수는 대체로 정비례 관계에 있는 것으로 보아 과학 탐구 활동을 통해 과학 탐구 능력뿐만 아니라 과학 지식도 형성할 수 있으므로 과학 수업에서 과학 탐구 활동에 더 많은 시간을 할애할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구의 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용하기에 적합한 단원을 선정하고 각 차시별 학습 주제와 활동을 분석한 후 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 학습 자료를 개발하였다.

둘째, 학습자의 활동 결과물들을 바탕으로 비교반과 실험반의 전체적인 과학 태도를 분석한 결과, 유의미한 차이가 없었다. 그러나 과학에 대한 태도의 하위 영역 중 흥미 영역과 과학적 태도의 하위 영역 중 호기심 영역에서는 비교반에 비해 실험반의 점수가 높게 나타났고, 질적인 차이를 보여 뇌 기반 과학 교수 학습 모형이 학습자의 흥미와 호기심을 향상시키는 데 효과가 있는 것으로 나타났다.

셋째, 비교반과 실험반의 과학 탐구 기능 총점은 유의한 차이가 없었으나, 과학 탐구 기능의 하위 요소 중 분류 영역에서는 비교반보다 실험반의 점수가 유의하게 향상되었고, 관찰 영역에서도 비교반은 점수가 하락한 반면 실험반은 점수가 상승하여 분류와 관찰 기능 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다.

넷째, 과학 지식 영역에서 두 집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 인지적 영역의 6가지 하위 영역

중 특히 기억, 이해, 적용, 분석 영역에서 유의한 차이가 나타나 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 과학 수업이 학습자의 과학 지식 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 흥미, 호기심 갖기 단계에서 출발하여 해보기 단계를 거침으로써 이해 단계까지 이어지는 뇌 기반 과학 교수 학습 모형에서, 출발점이 되는 과학 태도 영역에서의 작은 변화라도 이후의 과정들에 연속적으로 점증적인 효과를 나타낸다고 할 수 있다.

이와 관련하여 뇌 기반 과학 교수 학습 모형을 적용한 과학 수업이 초등학교 고학년 학습자, 과학에 대한 흥미, 지식 수준 등이 다른 학습자, 다른 주제에는 각각 어떠한 효과가 있는 지에 대한 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- 김분숙, 임채성, 김은진(2006). 초등과학실험수업에서 탐구요구수준에 따른 초등학교 학생의 정의적 영역 학습의 특성. *초등과학교육*, 25(4), 396-406.
- 김선봉(2005). 탐구놀이가 저학년 학생의 과학탐구능력에 미치는 영향. *경인교육대학교 석사학위 논문*.
- 김정석(2006). 뇌의 기억체계를 활용한 수업방략이 초등학교 학생의 과학 학습에 미치는 효과. *서울교육대학교 석사학위 논문*.
- 김주훈, 이양락(1984). 국민학교 자연과 평가의 원리와 실제. *한국교육개발원 연구보고*. RR84-7.
- 김찬중, 채동현, 임채성(1999). *과학교육학개론*. 북스힐.
- 신선영(2003). 뇌친화적 학습 원리를 적용한 슬기로운 생활 수업의 효과. *서울교육대학교 석사학위논문*.
- 유지연(2003). 지식의 구조 관점에서의 과학 개념 중심 통합 프로그램 개발. *이화여자대학교 석사학위논문*.
- 임채성 (2005). 뇌 기능에 기초한 과학 교수학습 : 뇌기능과 학교 과학의 정의적·심체적·인지적 영역의 연계적 통합 모형. *초등과학교육*, 24(1), 86-101.
- 임채성, 김분숙, 김은진 (2005). 초등과학실험수업에서 탐구요구수준에 따른 학습의 효과; 인지적 영역을 중심으로. *초등과학교육*, 24(4) 321-328.
- 임채성, 오윤화 (2004). 초등학교학생이 지각한 감성상태와 과학학습경험에 대한 기억의 관계. *한국생물교육학회지*, 32(2), 173-180.
- 정정애 (1996). 국민학교 저학년 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 도구 개발. *한국교원대학교 석사학위 논문*.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2nd ed., 2000). *A taxonomy for learning and assessing : A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon.
- Bloom, B. S. (ed.), Englehart, M. D., Farst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives : The classification of educational goals, Handbook I : Cognitive domain*. New York : Longmans, Green, Co.
- Jensen, E. (1998). *Introduction to brain-compatible learning*. CA ; The Brain Store.
- Jensen, E. (2000). *Brain-based learning*. Turning Point Publishing.
- MacLean, P. D. (1978). A mind of three minds: Educating the triune brain. In J. Chall & A. Mirsky (Eds.) *Education and the brain*. Chicago: University of Chicago Press.
- MacLean, P. D. (1990). *The triune brain in evolution*. New York: Plenum Press.
- Sylwester, R. (1995). *A celebration of neurons: An educator's guide to the human brain*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.