학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 대학교 화학 실험 수업 전략의 개발 및 효과 (제II보)

방담이 · 강순희*

이화여자대학교 과학교육과
(접수 2011. 8. 1; 게재확정 2011. 9. 16)

Development of Teaching Strategy Using Inter-Disciplinary Analogy to Enhance Students' Creative Problem Solving Skills and Examination of Its Effectiveness (II)

Dami Bang and Soonhee Kang*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea. *E-mail: shkang@ewha.ac.kr
(Received August 1, 2011; Accepted September 16, 2011)

요 약. 이 연구의 목적은 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제해결력 지향 수업 전략을 개발하고 이 전략이 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력, 창의적 인성, 학업적 자기 조절에 미치는 효과를 알아보는 것이다. 이를 위하여 기존의 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형에 비유 활동의 PDCA 네 단계 모형을 활용한 ‘학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형’을 개발하여 이 모형에 따라 구체적인 대학교 화학 실험 수업 전략을 개발하였다. 그리고 예비 과학 교사를 대상으로 개발한 수업 전략을 한 학기 동안 실시하였다. 그 결과 문제 인식 및 가설 설정, 가설 설정, 변인 통제 영역에서 창의적 사고력 하위 범주 중 독창성이 유의미하게 향상되었다. 또한, 문제 인식 및 가설 설정, 자료 해석 및 자료 변환의 영역에서 비판적 사고력이 향상된 것으로 나타났다. 또한, 학업적 자기 조절에 대해서는 확인된 조절과 통합된 조절에서 유의미한 차이를 나타냈다. 그러나 창의적 인성에 대해서는 모든 하위 영역에 대하여 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

주제어: 학문 통합적 비유, 창의적 문제 해결력, 창의적 사고력, 비판적 사고력, 학업적 자기 조절

ABSTRACT. The purposes of this study were to develop teaching strategy enhancing creative problem solving skills and to examine the instructional influences on students' creative thinking skills, critical thinking skills, creative personality and academic self-regulation. In this study, a model using inter-disciplinary analogies(PDCA model) was designed and applied to the existing ‘Teaching model for the enhancement of the creative problem solving skills’. And it was implemented to pre-service science teachers for the one semester. Results indicated that the experimental group presented statistically meaningful improvement in creative thinking skills, especially in the originality of identifying a problem, making hypothesis, and controlling variables ($p<.05$). In addition, the strategy contributed to improving critical thinking skills, especially in inquiry process of recognizing problems, making hypothesis, interpreting and transforming of data ($p<.05$). This strategy also helped students' academic self-regulation ($p<.05$). But there was no significant improvement in creative personality($p<.05$).

Key words: Inter-disciplinary analogy, Creative problem solving skills, Creative thinking skill, Critical thinking skill, Academic self-regulation

서 론

우리 나라의 2009 개정 과학과 교육 과정을 보면 과학의 목표로 ‘우주와 생명, 그리고 현대 문명과 사회를 이해하는 데 필요한 과학 개념을 통합적으로 이해하는 것’을 첫 번째 목표로 제시하고 있다.¹ 이보다 더 적극적인 통합의 개념으로 미국의 사회 생물학자인 에드워드 윌슨은 1998년 ‘통섭, 지식의 대통합’이란 그의 저서를 통해 인

문·사회 과학과 자연 과학을 통합하는 통섭이라는 개념을 사용하였다.² 최재천 등은 그의 저서 ‘지식의 통섭’에서 이제는 진정 학문의 경계를 허물고 일관된 이론의 실로 모두를 꿰뚫는 범학문적(transdisciplinary)접근을 해야 할 때가 되었음을 강조하고 있다.³

즉, 단일 학문에 대한 분과적이고 단편적인 이해가 아니라 주변에서 일어나는 여러 가지 현상이나 문제들을 이해하기 위한 학문 통합적인 안목을 길러주는 것을 강

조한다고 볼 수 있다. 이러한 접근을 지칭하는 용어로는 융합 지식, 융합 학문, 통섭, 통합, 융합적 사고, 통합적 사고, 융합력, 초학문성 등의 용어와 trans disciplinary, convergent technology, consilience, knowledge convergence, knowledge fusion 등 매우 다양하다. 본 연구에서는 이러한 용어들을 총칭하여 학문 통합적 접근이라고 하였으며 이러한 접근을 취하는 교육 방법을 학문 통합적 교육이라고 하였다.

많은 학자들이 학문 통합적 교육의 긍정적인 효과를 주장하고 있다. 이러한 연구들은 학문 통합적 교육을 통해 학생들의 학업 성취도가 신장되었으며,^{4,5,11,12} 창의성,^{6,13,14} 비판적 사고력,⁷ 태도^{7,8,10} 자기 주도적 학습 능력^{11,12,15} 등이 신장되었음을 밝혔다. 또한 학문 통합적 교육을 시행함으로써 과학 및 수학 교사의 교수 효능감(personal science teaching efficacy)과 과학 교수 결과 기대감(science teaching outcome expectancy)이 신장되었음을 밝힌 연구도 있다.⁹

이러한 밝혀진 교육적 효과에도 불구하고 학문 통합적 교육을 실제로 시행하는 데에는 많은 장애 요인이 있다고 여겨지는데 수업자료 개발 및 시행에 시간이 많이 걸린다는 점,^{16,17,18} 학문 통합적 교육에 대한 이해 부족 및 부정적 인식,^{17,18} 행정 지원의 부족,^{16,17} 각 학문의 고유의 특성 및 독립성¹⁹, 교과 내용이 반복되거나 평가 결과가 좋지 않을 수 있다는 점²⁰ 등이 그 장애 요인으로 지적된다. 특히 교사를 대상으로 시행한 설문 결과²¹에 따르면 교사들은 ‘전공 교과 외의 타 교과에 대한 이해 부족’과 ‘교육 자료 구성을 위한 시간적 여유 부족’을 가장 큰 장애 요인으로 선택하였다는 것을 알 수 있다. 즉, 학문 통합적 교육이 필요하다는 것에 대하여 동의한다고 해도 학문 통합적 교육을 하기 위한 구체적인 교수 전략이나 교육 내용의 구성 및 개발이 갖추어져 있지 않다면 실제 학교 현장에서 학문 통합적 교육이 이루어지기란 요원한 일이다.

즉, 학문 통합적 교육이 시행되기 위해서 가장 먼저 필요한 것은 교수 모형 및 전략에 대한 연구이다. 학문 통합적 접근이 필요한 이유에 대하여 통합 교육을 주장하는 학자이건, 통섭을 주장하는 학자이건, 학제 간 연구를 주장하는 학자이건 간에 공통적으로 말하는 것은 ‘현대 사회의 여러 가지 문제와 현상을 이해하고 창의적으로 해결하기 위해서는 학문 통합적 관점이 필요하다’는 것이다. 이러한 견지에서 보면 학문 통합적 교육이나 연구가 궁극적으로 지향하는 것은 실재 세계를 명확하게 이해하는 관점을 제공하고 이를 통하여 실생활의 문제나 현상을 이해하고 창의적으로 해결해나가는 능력을 길러주는 것이다. 즉, 학문 통합적 교육을 위한 교수 전략은 학생들의 창의적 문제해결력을 신장시킬 수 있도록 개발되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 학문 통합적 교육을 통하여 학생들의 창의적 문제 해결력을 길러주는 것을 목표로 하여 ‘창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형’에²² 비유효활동의 PDCA 네 단계 모형을 활용하여 ‘학문 통합적 비유효를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형’을 개발하였다.

아래의 개념도²³를 보면, 과학적 사고는 문제 해결력 측면과 논리사고력 측면으로 분류할 수 있으며 문제 해결력 측면의 과학적 사고는 과학의 탐구 능력과 동일하다는 것을 알 수 있다(Fig. 1). 과학에서 문제를 해결해나가는 과정은 문제를 인식하고 가설을 설정한 후 다양한 방법을 통해 가설을 검증하고 결론을 도출해나가는 탐구 과정과 동일하다. Lawson²⁴은 과학의 탐구 능력을 대신하여 ‘창의적이고 비판적인 사고 기능’이라는 용어를 사용한다. 다시 말하면 문제를 창의적으로 해결하는 과정은 창의적으로 즉, 발산적으로 해결해 보고 발산적으로 만들어낸 여러 대안들을 비판적으로 검토함으로써 해결책을 도출해 나가는 과정이라고 할 수 있다. 이러한 관점으로 본다면 본 연구에서 학문 통합적 교육을 통하여 신장시

Fig. 1. Concept mapping of thinking skills.

키고자 하는 창의적 문제 해결력은 창의적 탐구 능력이라고 할 수 있으며 이것은 곧 창의적 비판적 사고력이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 일차적으로 학문 통합적 교육을 위해서 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형²²을 바탕으로 수업 모형을 고안하였다. 이 모형을 시행할 때 과학과 타 학문 영역간의 통합을 시도하였는데 통합의 형태는 학문간에 존재하는 공통 원리를 중심으로 하는 학문 비유적 통합이다.

비유는 문제를 새롭게 해결하는데 매우 중요한 심적 과정이다. 비유가 인지과정에서 중요한 이유는 그 심적 과정이 문제 해결, 창의성, 학습 및 추론을 포함하고 있기 때문이며²⁵ 비유와 문제 해결의 관계는 많은 연구를 통해 밝혀진 바 있다.^{26,27,28}

특히 과학에서 비유는 매우 중요한 역할을 한다고 알려져 있는데, Gentner와 Jeziorski³⁸는 비유가 특히 과학적 사고의 중요한 매카니즘일 뿐 아니라 창의적 사고의 근원이 될 수 있으며, 중요한 과학적 발견 외에도 과학 영역에서 일상적으로 쓰이는 도구일 수 있음을 주장하였다. Holyoak과 Thagard²⁵는 과학에서의 비유는 발견, 개발, 평가, 설명의 네 부분에서 중요한 역할을 하며 그 중 가장 중요한 역할을 하는 부분은 발견 과정에서 새로운 가설을 설정하는 단계라고 하였다. 많은 연구들이 비유를 통하여 과학 개념에 대하여 교수하는 것이 문제 해결에 긍정적인 효과를 미쳤음을 밝혀냈으며,^{39,40,41,42} Tunteler와 Resing⁴³은 비유를 사용한 것이 문제 해결에 긍정적인 효과를 미쳤을 뿐만 아니라 이후의 비유적 문제 해결에도 도움을 줄 수 있다는 것을 밝혀내어 비유를 통한 문제 해결 효과가 시간이 지나도 지속됨을 설명하였다. 그러나 기존의 비유 관련 연구들은 알고 있는 익숙한 생활 속의 경험이나 원리를 과학 문제를 해결하는 데 활용하는 경우가 많았다. 본 연구에서는 과학 문제를 해결하는 데 있어서 다른 학문에서 유사성을 찾아보도록 하였다는 것이 매우 독특한 점이라고 할 수 있다.

일반적으로 비유는 더 친숙한 근거 영역(source)의 지식을 새로운 목표 문제(target)에 전이하여 적용 가능한 새로운 규칙을 생성해 내는데 사용된다. 비유를 통한 지식의 전이는 근거 영역과 목표 문제간의 유사성에 따라 그 정도가 달라진다. 일반적으로 근거 영역과 목표 영역간에 공통 요소가 많을수록 비유적 해결책을 생성할 가능성이 높아진다고 알려져 있다.²⁵ 비유를 통해 새로운 지식을 생성한다는 것은 과학 학습에서 문제를 해결한다는 것과 동일한 의미로 쓰일 수 있다. 처음 보는 낯선 문제를 이해하고 해결해야 하는 경우에 그와 유사한 과거의 경험을 회상하고 그로부터 실마리를 얻을 때 비유가 사용될 수

있다. 이때 과거의 경험이라는 것은 일상적 경험, 이미 배운 지식, 앞서 이루어진 실험의 상황 또는 결과, 타학문의 내용 등 모든 것을 포함할 수 있다. 본 연구에서는 문제를 해결하기 위해 타 학문의 내용을 파악하고 그로부터 실마리를 얻는 비유 과정이 포함되어 있다. 가설을 설정하거나 실험을 설계할 때 목표 문제 즉, 과학 영역의 문제를 해결하기 위해 이와 유사한 원리를 가진 타 학문의 내용을 차용함으로써 보다 더 창의적이고 비판적으로 문제를 해결해보도록 구성하였다. 이것을 학문 통합적 비유(inter-disciplinary analogy)라 하였다. 즉, 본 연구에서는 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제해결력 신장 수업 모형을 개발하였으며 이 모형이 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력, 창의적 인성 및 학업적 자기조절에 미치는 효과를 검증하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

수업 모형 및 수업 전략

본 연구에서 개발한 학문 통합적 비유의 PDCA 네 단계 모형을 아래 Fig. 2에 나타내었다.

비유의 첫 번째 단계는 P 단계로, 과학 영역의 문제를 확인하는 단계(Sensing and Stating of Scientific Problem; P 단계)이다. 이 단계에서는 제시된 현상이나 실험을 보고 해결해야 하는 의문점들을 생성해보거나, 제시된 질문을 파악하는 단계이다. 질문을 생성해내는 출처는 상황에 따라 지시문, 실험 활동, 시청각 자료, 주변의 현상 등 다양할 수 있다. 이러한 출처는 교사가 제시할 수도 있고 학생들이 찾아낼 수도 있다. 문제를 확인하는 단계가 이루어지는 시기 또한 다양하다. 시범 실험이나 조별 실험을 시작하기 앞서 의문점을 찾아낼 수도 있으며 실험이 이루어지는 과정 중에 의문점을 찾아낼 수 있으며 실험의 결과를 해석하여 결론을 도출한 후 의문점을 찾아낼 수도 있다. 문제를 확인하는 단계가 이루어지는 탐구 과정 또

Fig. 2. PDCA model.

한 다양하다. 관찰 활동 중에 의문점을 찾아낼 수 있으며 측정, 예상, 추리 활동 중에서도 의문점을 찾아낼 수 있다. 이렇게 생성되는 의문점들은 과학 영역의 의문점들로 이후의 비유 과정을 통해 해결해야 할 ‘문제(problem)’가 된다.

두 번째 단계는 D 단계로, 과학 영역과 타 학문 영역간의 발산적 사영(Inter-disciplinary Divergent Mapping) 단계이다. 앞의 P 단계에서 생성된 의문점들을 해결하기 위한 가능한 방안들을 다양하게 고안해내는 단계이다. 이러한 해결 방안은 질문에 대한 잠정적인 해답인 가설일 수도 있고(Fig. 3. A type, Fig. 4. B1 type), 가설을 검증하기 위한 실험 설계 방안(Fig. 4. B2 type)일 수도 있다. 이렇게 다양한 방안들을 찾아내기 위해서 이 단계에서 활용하는 것은 학문 간의 비유이다. 과학 영역에서 다양한 해결 방안들을 고안하기 위해서 타 학문 영역의 지식이나 원리를 차용하게 되는데, 이 때 이용하는 타 학문 영역의 지식이나 원리는 학생들이 이미 다른 과목에서 학습한 내용이거나 또는 과학 교사가 제시하는 지시문의 형태로 학생들에게 제시된다. 학생들은 과학 영역의 문제를 해결하기 위하여 과학 영역의 내용 또는 원리 요소와 타 학문 영역의 내용 또는 원리 요소를 가능한 다양하게 발산적으로 대응해보게 된다. 이것은 유사성을 많이 파악할수록 효과적인 비유가 이루어질 뿐만 아니라 발산적 사고를 통하여 학생들의 창의적 사고력이 신장되기를 기대하였기 때문이다. 도식에 포함된 피라미드 형태는 발산적 사고의 과정을 나타낸 것이다.

세 번째 단계는 C 단계로, 과학 영역의 수렴적 문제 해결(Convergent Problem Solving: C 단계)단계이다. 이 단계에서는 이미 설정된 다양한 가설이나 실험 설계 방법들을 학문 간의 비유적 관계를 바탕으로 하여 수렴적으로 선정하거나 수정 또는 재구조화해보도록 하였다. 만약 수렴적으로 선정한 것이 가설이라면 상황에 따라 가설을 검증하기 위한 실험을 설계하고 수행해보거나 이전의 실험을 되돌아보거나 자료를 추가적으로 수집하는 과정 또한 이 단계에서 함께 이루어진다(Fig. 3. A type, Fig. 4. B1 type). 만약 수렴적으로 선정한 것이 실험 설계 방법이라면 실험 설계 방법대로 수행하면서 자료를 수집, 해석, 변환하는 것이 이 단계에서 함께 이루어진다(Fig. 4. B2 type). 이 단계에서는 비유적 관계의 평가 또한 이루어지는데 과학 영역과 타학문 영역 간에 유 요소들의 사영이 제대로 이루어졌는지를 확인하면서 선정 방안을 시행해보게 된다. 도식에 포함된 역피라미드 형태는 이러한 수렴적인 선정의 과정을 표현한 것이다.

마지막 단계는 A 단계로 과학 내용의 습득(Achievement in Scientific Contents) 단계이다. 이 단계에서는 과학 영역

Fig. 3. PDCA model with empirical abductive inquiry process (A type).

의 문제에 대한 결론을 도출하거나 결론을 얻지 못했을 경우 그 이유를 생각해보는 과정을 포함하였다. 또한 위의 세 단계를 통해 해결한 과학 영역의 문제와 관련된 지식을 습득하거나 추가적인 응용 활동을 통해 개념이 내면화되는 단계이다.

본 연구에서는 PDCA 단계를 탐구 실험의 필요한 단계에서 활용할 수 있는 수업 모형을 세 가지 형태로 개발하였다(Fig. 3 A type, Fig. 4 B1, B2 type). 유형 A는 경험 귀추적 창의적 문제해결력 수업 모형에 PDCA를 활용한 수업 전략으로, 가설설정 과정에서 학문 통합적 비유가 이루어진다. 유형 B1과 B2는 가설 연역적 창의적 문제해결

Fig. 4. PDCA model with hypothetical deductive inquiry process (B1, B2 type).

력 수업 모형에 PDCA를 활용한 수업 전략으로, B1은 가설 설정 과정에서, B2는 실험 설계 과정에서 학문 통합적 비유가 이루어진다.

이 세 가지 모형에 따라 대학교 화학 실험 수업 전략을 개발하였는데, 주제, 근거 영역(source domain)으로 사용된 타 학문의 개념, 그리고 전략의 유형을 아래의 Table 1

에 나타내었다.

수업 전략의 예시를 Fig. 5에 나타내었다.

이 예시에 나타난 제시문은 수요 공급 법칙에 따른 균형 가격의 변화에 대한 지문이다. 학생들은 이 지문을 읽은 후 화학에서의 평형 이동을 설명하기 위한 가설을 설정해보게 된다.

Table 1. The lecture subject, subject of source domain, the type of teaching model

	Subject (target domain: chemistry)	Subject of source domain	Type
1	Measuring reaction rates	Measuring gross domestic product(GDP)	B2
2	Effect of concentration on reaction rates	Economic growth rate and the effect of fund assistance by the World Bank	A
3	Dynamic equilibrium and Le chatelier's principle	Equilibrium price and law of demand & supply	A
4	Measuring and predicting density	Population density	B1
5	Measuring the heat in chemical reaction and Hess's law	Intermediary goods and end goods	B2
6	Use of a pH and acid-base titration	Content analysis of nutrients	B1
7	Chemical amount and precipitation reaction	Determination of tax liability and taxable income	B1
8	Chromatography	Electrophoresis	A
9	Chemical garden	Free trade and protective trade	A

Put 5mL of the $K_2Cr_2O_7$ solution to the test tube. And add two or three drops of 1M KOH solution.

(1) How did the color of solution change?

(2) When potassium dichromate dissolved in distilled water, $Cr_2O_7^{2-}$ ions are released. Dichromate ions react with water and the chromate ions(CrO_4^{2-}) are generated. Write a balanced chemical equation.

(3) Write an equilibrium expression. (Hint: To write expression, place the product concentrations in the numerator and the reactant concentrations in the denominator. And raise each substance's concentration to the power equal to the substance's coefficient in the balanced chemical equation)

(4) As compared with the experiments, read the following article.

The law of supply is the tendency of suppliers to offer more of a good at a higher price. And the law of demand is an economic law that states that consumers buy more of a good when its price decreases and less when its price increases. Law of demand states that the amount demanded of a commodity and its price are inversely related, other things remaining constant. That is, if the income of the consumer, prices of the related goods, and tastes and preferences of the consumer remain unchanged, the consumer's demand for the good will move opposite to the movement in the price of the good. As you can see in the first graph, economic equilibrium is a state of the world where economic forces are balanced. It is the point at which quantity demanded and quantity supplied are equal. Market equilibrium, for example, refers to a condition where a market price is established through competition such that the amount of goods or services sought by buyers is equal to the amount of goods or services produced by sellers. This price is often called the equilibrium price or market clearing price and will tend not to change unless demand or supply change. For example(Graph B), an increase in supply($S \rightarrow S'$) will disrupt the equilibrium, leading to lower prices($P \rightarrow P'$). Lower prices will increase demand. Then price will increase($P \rightarrow P'$).

(5) Find the similarities between the experiment and the article. If necessary, use the following words

supply, demand, price of market balance, equilibrium constant, concentration of product, concentration of reactant, temperature

(6) why did the color change? Make hypotheses as many as possible.

(7) Select most logical, relevant and appropriate one of the hypotheses after the discussion with your partners.

(8) Put 5mL of the $K_2Cr_2O_7$ solution to the test tube. And add two or three drops of 1M KOH solution. Then add two or three drops of 1M HCl solution to that test tube. If the hypotheses is true, what is expected result?

(9) Compare the expected result and the actual result. Then make a conclusion.

Fig. 5. An example of the teaching materials.

연구 대상 및 기간

이 연구는 서울시에 소재한 사범 대학의 1학년 학생들을 대상으로 진행하였다. 연구 대상 학생은 총 28명이며 두 집단으로 나누어 실험을 진행하였다. 총 16명의 학생이 실험 집단이었으며 12명의 학생은 통제 집단으로 하였다. 통제 집단의 학생들에게는 '창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형'에 따른 수업 전략을 시행하였으며, 실험 집단의 학생들에게는 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업에 학문 통합적 비유 활동의 PDCA 네 단계 모형이 활용된 '학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형'에 따른 수업 전략을 시행하였다.

한 학기의 수업을 시행한 후 수업에 대한 구체적인 정보를 수집하기 위하여 학생들을 대상으로 면담을 실시하였다. 면담에 참여한 학생들은 창의적 문제 해결력에서 서로 다른 점수 변화를 나타낸 학생들로 5명을 선정하였

다. 3명(학생 A, B, C)의 학생은 창의적 사고력과 비판적 사고력 점수가 향상되었으며 1명의 학생은(학생 D) 창의적 사고력은 향상되었으나 비판적 사고력 점수는 하락하였다. 나머지 1명의 학생은(학생 E)은 창의적 사고력과 비판적 사고력이 모두 하락하였다.

5명의 학생들은 모두 수업에 빠짐없이 참여하였으며 조별 보고서 및 개별 보고서, 퀴즈, 기말고사에서도 빠진 항목이 없었다. 학생들의 학점을 살펴보면 학생 A의 경우 A+, 나머지 학생들은 B+의 학점을 받았으나 조별로 제출하는 보고서의 점수가 전체 점수 배점의 60%를 차지하므로 학점이 개별 학생의 수행 정도를 구체적으로 알려주는 척도라 보기에는 무리가 있다.

연구 적용 기간은 한 학기이며 중간 시험과 기말 시험과 기타 휴일을 제외한 실제 수업 차시는 총 11차시이다. 그 중 2차시는 학문 통합적 교육의 개관 및 기초적 실험 기능에 대해 교수하였으므로, 실질적인 학문 통합적 수업

의 적용 차시는 9차시이다. 한 차시의 실험 수업 시간은 150분이다.

연구절차

본 연구에 앞서 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략은 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력, 학업적 자기 조절 능력을 신장시킬 것이며 학생들의 창의적 인성에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정하였다. 선행 연구 및 문헌 조사를 통하여 학문 통합적 교육의 필요성 및 목적, 방법 면에서의 효율성을 위하여 학문 통합적 교육이 어떠한가에 대하여 탐색하였다. 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형²²을 바탕으로 학문 통합적 비유의 PDCA모형을 활용하여 ‘학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형’을 최종 확정하였다. 서울 소재 사범대학 과학교육과 1학년생을 대상으로 하는 탐구 화학 실험 수업에서 이루어지게 될 탐구 실험의 주제를 선정할 후 그 실험에 포함되는 화학 영역의 내용과 유사한 원리로 설명될 수 있는 타 학문 영역의 내용을 조사, 선정하였다. 그 후, 한 학기 동안 활용할 수 있는 대학교 화학 실험 수업 전략을 개발하였다.

2010년 3월에 실험 집단과 통제 집단을 선정할 후 첫 번째 차시에 두 집단에 대하여 사전 검사를 실시하였다. 검사 항목은 두 집단 모두에 창의적 문제 해결력 검사지,²² 창의적 인성 검사지,²⁹ 학업적 자기 조절 검사지³⁰를 투입하였으며 실험 집단에 대해서는 학문 통합적 비유 수업에 대한 인식 설문지를 추가적으로 배포하였다. 한 학기 동안 실험 집단에 대해서는 본 연구에서 개발한 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업을 실시하였으며 통제 집단에서는 창의적 문제 해결력 지향 수업²²을 실시하였다.

수업 처치가 모두 끝난 후 두 집단에 대하여 사후 검사를 실시하였다. 검사 항목은 두 집단 모두에 창의적 문제 해결력 검사지,²² 창의적 인성 검사지,²⁹ 학업적 자기 조절 검사지³⁰를 투입하였으며 실험 집단에 대해서는 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업에 대한 인식 설문지를 추가적으로 배포하였다. 이렇게 얻어진 검사지를 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 통계 분석하고 결과를 해석하였다.

실험 집단에 대해서는 사후에 5명의 학생을 선정할 후 추가 면담을 실시하여 수업에 대한 정보를 수집하였다.

검사 도구 및 분석 방법

창의적 문제 해결력 검사지

본 연구에서는 수업 적용 전후에 학생들의 창의적 문제

해결력에 있어서의 변화를 알아보기 위하여 대학생용 창의적 문제 해결력 검사지²²를 사용하였다.

이 검사지가 평가할 수 있는 사고력은 창의적 사고력과, 문제 해결 측면의 비판적 사고력, 논리 사고력 측면의 비판적 사고력이다.

창의적 사고력은 협의의 정의로 발산적 사고라고 정의하였으며 평가할 수 있는 평가 준거는 유창성(fluency), 융통성(flexibility), 독창성이다(originality). 유창성은 항목의 수로 최대 10점, 융통성은 범주의 수로 최대 5점, 독창성은 답안의 희소성(5% 미만 2점, 5~10% 1점, 10% 이상 0점)으로 최대 2점으로 평가하였다.

비판적 사고력은 문제 해결 측면의 비판적 사고와 논리 사고력 측면의 비판적 사고로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 문제 해결력 측면의 비판적 사고력만을 분석하였다. 비판적 사고력은 문항에 따라 검증가능성, 광범성, 일관성, 정밀성, 정확성, 중요성, 타당성의 판단 수행 준거 중 일부를 사용하여 채점되며 각각의 준거에 따라 2점 만점으로 채점하여 전체 점수는 평균 점수를 사용하였다. 구체적인 문항 구성은 대 문항 5문항으로 구성되어 있으며 각각의 대문항은 문제 인식 및 가설 설정(Recognition of problems & Making hypothesis), 가설 설정(Making hypothesis), 변인 통제(Control of variables), 자료 해석 및 자료 변환(Transformation & Interpretation of data), 결론 도출 및 일반화(Making conclusion & Generalization)를 평가한다. 1, 2-1, 3-1, 4-1의 네 문항은 창의적 사고력, 비판적 사고력 두 측면에서 평가되며 2-2, 3-2, 4-2, 5의 네 문항은 비판적 사고력 측면에서 평가된다. 이 검사지의 Cronbach α 값은 .83이다.

창의적 인성 검사지

본 연구에서는 창의적 인성의 발달 성향을 알아볼 수 있는 검사지로 하주현²⁹이 개발한 창의적 인성 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 호기심(curiosity), 자기확신(self-confidence), 상상(imagination), 인내/집착(endurance/persistence), 유머감(humor), 독립성(independence), 모험심(adventure) 및 개방성(openness)의 하위 요인들을 포함하고 있는 검사지로 연령에 제한이 없다. 총 문항수는 30개 문항이며 Likert 5점 척도로 구성되어 있다. 이 검사지의 Cronbach α 값은 .81이다.

학업적 자기 조절 검사지

SRQ-A와 Vallerand와 Bissonnette³¹의 학업 동기 척도(Academic Motivation Scale: AMS)를 과학이라는 특정과목에만 적용하도록 수정하여 만든 Hayamizu³²의 척도를 오순애³³가 번역하여 한국의 중 고등학생의 과학 공부를 하는 이유를 측정하였다. Kim³⁴은 기존에 측정되지 않았

던 통합적 조절 동기 문항을 추가하고 위의 척도들을 통합 수정하여 한국 실정에 적합한 학업적 자기 조절 척도(K-SRQ-A)를 제작하였다. 일반적인 초 중 고등학생의 학업 전반에 사용할 수 있도록 특정 상황 또는 과목에 대한 제한을 두지 않았다. 고경희³⁰는 K-SRQ-A 검사지를 수정 보완하여 Likert 6점 척도로 학업적 자기 조절 검사지를 개발하였다. 본 연구에서는 통합 교과 교육의 특성상 특정 상황이나 과목보다는 전반적인 상황에 대한 학업 동기를 측정하는 것이 바람직하리라 판단되어 이 검사지를 선택하였다. 이 검사지가 측정할 수 있는 하위 범주는 외적 조절(external regulation), 부과된 조절(introjected regulation), 확인된 조절(identified regulation), 통합된 조절(integrated regulation), 내재적 조절(intrinsic regulation)이다. 이 검사지의 Cronbach α 값은 .86이다.

학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업에 대한 인식 설문지

학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위하여 실험 집단의 사전과 사후에 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업에 대한 인식 설문지를 배부하였다. 설문지는 5단계 리커트 척도로 이루어져있으며 자신의 생각과 가장 일치하는 답을 선택한 후 그렇게 생각한 이유를 적어보도록 하였다. 설문지 문항은 학문 간에 일관된 원리가 존재한다고 생각하는지, 한 학문의 학습이 다른 분야의 학문을 배우는 데 도움이 된다고 생각하는지와 도움이 되었던 경험이 있는지를 물었다. 또한 유사 원리를 가진 다른 학문을 이용하여 문제를 해결하는 수업이 가능하다면 그것이 필요한지, 수강할 의사가 있는지를 물었으며 교사가 되었을 때 그러한 수업을 시행할 의사가 있는지를 질문하였다. 마지막으로 수업 이후의 설문지에는 이번 학기 수업에 대한 자신의 생각을 적어보도록 하였다.

면담 자료 수집 및 면담 내용

수업 과정에 대한 학생들의 생각을 알아보기 위하여 창의적 문제 해결력 점수에서 서로 다른 변화를 나타낸 5명의 학생들을 선정한 후 이들을 대상으로 면담에 대한 사전 동의를 얻었다. 반구조화된 면담을 실시하였으며 학생들이 질문에 대해 자유롭게 응답할 수 있도록 충분한 시간과 분위기를 조성하였다. 면담은 개별 면담의 형태로 진행되었으며 면담 시간은 40분 내외로 하였다. 추가 면담이 필요한 경우 온라인 면담을 시행하였다. 면담을 시행하기에 앞서 한 학기 동안 이루어진 실험 주제에 대해 충분히 설명한 후, 학생들에게 한 학기 동안 작성한 조별

실험 보고서를 살펴보게 함으로써 실험 과정이나 결과, 토론 내용 등에 대한 기억을 환기시켜 면담 질문에 보다 더 구체적으로 응답할 수 있도록 하였다. 주요 면담 질문은 1) 타 학문의 내용을 포함한 제시문을 접했을 때의 느낌, 2) 타 학문의 내용을 비유적으로 과학 학문에 대응시키는 방법의 장점과 단점, 3) 탐구 수업의 단계 중 타 학문의 내용을 비유적으로 대응하는 과정을 가장 많이 사용한 단계, 4) 탐구 수업의 과정 중 비유적 대응으로부터 얻은 도움 혹은 제한점에 관한 것이었다. 다만, 면담에서는 비유라는 용어를 유비와 혼용하여 사용하였으므로 학생들의 응답에서 유비문이라는 용어가 나타난다. 이것은 비유를 하기 위한 제시문을 의미한다. 면담 내용은 참여 학생의 사전 동의를 얻어 모두 녹음하여 전사하였고, 온라인 면담 내용은 한글 파일로 저장하여 분석에 활용하였다.

분석 방법

본 연구에서 개발한 수업 전략이 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력, 창의적 인식, 학업적 자기 조절에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전과 사후에 실시한 창의적 문제 해결력 검사지와 창의적 인식 검사지, 학업적 자기 조절 검사지를 분석하였다. 사전과 사후에 검사를 실시한 후 사전 검사 점수를 공변인수로 하여 공변량 분석을 실시하였다. 수업 전후에 학생들의 인식 변화에 대해서는 단순 통계 및 두 종속표본 t-검정(matched pair t-test)을 실시하였다. 모든 통계 처리는 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다.

면담 내용의 분석은 녹음한 내용을 전사하여 분석하는 방법을 사용하였다. 온라인 면담의 경우 한글파일로 저장하여 분석하였다. 1차 분석 과정은 참여 학생의 면담 자료를 질문별로 묶어서 기술하였으며 2차 분석에서는 유사 응답을 묶어 그 결과를 분석함으로써, 창의적 문제 해결력 검사 결과 알아낸 창의적 사고력과 비판적 사고력의 변화에 대한 추가적인 정보를 얻고자 하였다.

연구 결과 및 논의

발산적 사고력인 창의적 사고력

창의적 문제 해결력 검사 문항 중 창의적 사고력을 평가할 수 있는 1, 2-1, 3-1, 4-1 네 가지 문항의 점수를 분석하였다. 수업의 전후에 각 문항의 점수는 Table 2와 같다.

분석 결과 실험 집단의 경우 모든 문항의 유창성 점수가 사후에 향상되었으며 통제 집단의 경우에도 문항 4를 제외한 모든 문항에서 유창성 점수가 향상되었다. 네 문항의 합계 점수에서도 실험 집단과 통제 집단 모두 유창

Table 2. Means, standard deviations, and adjusted means for the score of creative thinking skills as divergent thinking skills

	category	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M
				M(SD)	M(SD)	
P1. Recognition of problems & Making hypothesis	fluency	Experiment	16	6.19(2.14)	8.00(2.16)	7.99
		Control	12	6.08(2.07)	7.42(1.51)	7.44
	flexibility	Experiment	16	3.94(1.12)	4.44(.89)	4.44
		Control	12	3.92(1.16)	4.76(.45)	4.75
	originality	Experiment	16	.71(.36)	1.09(.45)	1.13
		Control	12	.98(.31)	.86(.21)	.81
P2-1. Making hypothesis	fluency	Experiment	16	3.50(1.48)	5.06(1.44)	5.43
		Control	12	5.00(1.48)	5.67(1.88)	5.18
	flexibility	Experiment	16	2.56(.89)	3.38(1.09)	3.49
		Control	12	3.75(.87)	3.67(.78)	3.51
	originality	Experiment	16	.73(.49)	1.29(.37)	1.35
		Control	12	1.10(.22)	1.10(.27)	1.02
P3-1. Control of Variables	fluency	Experiment	16	3.63(1.54)	4.50(1.75)	4.74
		Control	12	4.92(1.93)	5.50(2.47)	5.18
	flexibility	Experiment	16	2.25(.78)	2.44(1.10)	2.40
		Control	12	2.58(1.00)	3.33(.99)	3.38
	originality	Experiment	16	.99(.56)	1.34(.32)	1.35
		Control	12	1.15(.33)	1.15(.20)	1.13
P4-1. Transformation & Interpretation of data	fluency	Experiment	16	6.38(1.86)	6.75(2.08)	6.89
		Control	12	7.00(2.22)	6.50(1.78)	6.32
	flexibility	Experiment	16	4.25(.78)	4.25(.93)	4.27
		Control	12	4.42(.90)	4.08(.90)	4.06
	originality	Experiment	16	.50(.27)	.90(.32)	.86
		Control	12	.70(.22)	.75(.24)	.80
Total	fluency	Experiment	16	19.69(5.12)	24.31(5.57)	25.16
		Control	12	23.00(6.38)	25.08(5.90)	23.95
	flexibility	Experiment	16	13.00(2.00)	14.50(2.66)	13.13
		Control	12	14.67(2.46)	15.83(1.75)	14.49
	originality	Experiment	16	3.15(.89)	4.53(.85)	4.61
		Control	12	3.96(.62)	3.92(.50)	3.82

성 점수가 향상되었다. 융통성의 경우 실험 집단은 문항 4-1을 제외하고 모두 향상되었으며 통제 집단은 문항 2-1을 제외하고 모든 문항에서 향상되었다. 독창성의 경우 실험집단은 모든 문항에서 점수가 향상되었다.

공변량 분석을 실시한 결과는 Table 3과 같다. 그 결과 유창성의 경우 문제 인식 및 가설 설정, 가설 설정, 자료 해석 및 자료 변환, 전체 합계 점수에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단보다 높게 나타났으나 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($p<.05$). 또한 변인 통제에서의 유창성은 오히려 실험 집단에 비해 통제 집단이 높게 나타났다으나 그 차이 또한 통계적으로 유의미하지 않았다($p<.05$). 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략을 통해서 학생의 창의적 사고력 중 유창성은 신장되지 않는 것으로 나타났다.

융통성 점수는 4-1 문항에서 실험 집단의 교정 평균이

높게 나타났으나 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($p<.05$). 즉, 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략을 통해서 학생들의 창의적 사고력 중 융통성이 신장되지 않는 것으로 나타났다. 또한 문제 인식 및 가설 설정, 가설 설정, 변인 통제에 해당하는 문항에서는 실험 집단의 교정 평균이 오히려 통제 집단보다 낮게 나타났으며 변인 통제 문항에서는 그 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다.

유창성 및 융통성 점수에 대해서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않은 것은 실험 집단에서 실시한 수업과 통제 집단에서 실시한 수업이 모두 공통적으로 발산적 사고를 강조하였기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 가설을 세워보거나 실험을 설계할 때 다양한 항목을 적어보도록 하고 여러 개의 빈 칸을 제시했으므로 학생들은 비유문의 유무에 상관없이 다양한 아이디어를 생성하려고

Table 3. ANCOVA results for the creative thinking skills as divergent thinking skills

	category	SS	df	MS	F	p
P1. Recognition of problems & Making hypothesis	fluency	2.06	1	2.06	.631	.434
	flexibility	.67	1	.67	1.189	.286
	originality	.59	1	.59	4.747	.039*
P2-1. Making hypothesis	fluency	.32	1	.32	.150	.701
	flexibility	.00	1	.00	.002	.966
	originality	.60	1	.60	6.538	.017*
P3-1. Control of Variables	fluency	1.13	1	1.13	.288	.596
	flexibility	6.36	1	6.36	5.818	.024*
	originality	.35	1	.35	4.987	.035*
P4-1. Transformation & Interpretation of data	fluency	2.14	1	2.14	.735	.399
	flexibility	.30	1	.30	.358	.555
	originality	.02	1	.02	.319	.577
Total	fluency	9.18	1	9.18	.419	.524
	flexibility	11.63	1	11.63	2.481	.128
	originality	3.30	1	3.30	6.417	.018*

* $p < .05$

노력하였던 것으로 보인다. 이와 관련된 학생의 응답을 보면 다음과 같다.

학생 A: 아무래도 칸이 많다보니까.. 쓸려고 하다보면 그 걸 채워야 한다는 부담감부터 시작을 했는데 쓰다 보면은 점점 더 생각이 많이 되가지구.

학생 C: 다양한 아이디어를 생각할 때 유비문(비유문)이 있거나 없거나는 중요하지 않은 것 같아요.. 유비문(비유문)은 알맞는 가설과 관련된 내용이기 때문에 다른 내용은 포함하지 않고 있어서 다양한 아이디어를 유추해 내는데 도움이 되지도 방해도 되지 않는 것 같습니다.

학생 D: 일단 많이 쓰고.. 그다음에 봤던 것 같아요.. 유비문(비유문)을.

몇몇 학생은 오히려 타학문 영역의 제시문을 제시하였을 때는 대응되는 공통 요소가 존재하지 않을 경우 만들어낸 아이디어를 삭제하거나 수정함으로써 오히려 다양한 아이디어를 만들어내는 데 장애가 될 수 있다고 응답하였다.

학생 C: 유비문(비유문)을 보기 전에는 다양한 시선으로 실험 주제에 대해 생각이 가능했던 것 같아요. 시범 실험을 보고 떠오른 여러 생각을 쓸 수 있었던 것 같아요 보고 나서는 정답이라는 것에 집착할까, 옳은 내용에만 초점을 맞추게 되는 것 같고요

학생 D: 가설을 되게 많이 만들 때도.. 이거는 이게 맞긴 한데 이거랑 해보면 이런 것도 있을 수 있겠다?

이런 것도 몇 개 있었어요. 그래서 저희가 세운 가설이 그 중에서 이거(비유문)랑 대응해봤을 때 틀렸던 것도 있어요. 그러니까.. 그런 가설이 우리가 생각했던게 좀 아니네 해가지고 이걸로(비유문)해가지고 만들었던 적이 있긴 해요.. 다시 바꿔가지고..

특별히 변인 통제에서의 융통성 점수의 경우 실험 집단이 통제 집단보다 낮은 교정평균을 나타냈으며 그것이 통계적으로 유의미하였다는 점도 같은 맥락에서 이해할 수 있다. 변인 통제는 실험 설계 과정에서 요구되는 탐구 과정이다. 본 연구에서는 타 학문 영역의 제시문이 경우에 따라 실험에서 통제하고 조작해야 하는 변인과 대응되는 요소들을 포함되어 있는 경우가 있었으며 그렇지 않은 경우도 있었다. 포함되어 있을 경우 유사성을 바탕으로 한 대응 과정을 통해 학생들이 실험 설계 과정에서의 변인 통제를 고려하였을 것이라 생각된다. 관련된 학생들의 응답은 다음과 같다.

학생 A: 처음에 그냥 할 때는 그걸 통제해야 한다는 생각을... 그러니까 해야 된다는 건 아는데 잘은 못했던 것 같아요. 근데 막 앞의 내용이랑(대응)하다 보면은 확실하게 아는 거잖아요. 저희끼리 그냥 했을 때는 실험을 하게 되면은 좀 틀리 좀 안 잡히는 그런게 있는데 그런 내용(비유문)을 보면서 하면은 아무래도 그게 힌트가 되니까...

학생 E: 이쪽 학문에서 변인으로 작용할 수 있는게 이런거 이런거면 아.. 내가 생각했을 때 이 실험에서 변

인으로 작용할 수 있는 게 이런 이런 내용들이니까 그 두 개를 그러니까 같이 묶어서....

그러나 과학에서의 변인과 대응될 만한 요소가 제시문에 포함되어 있지 않은 경우는 변인 통제를 고려하지 못하였을 것이라 판단된다. 또는 고려하였을 경우라도 제시문 내에서의 유사성 대응만을 고려하여 그 외의 변인을 찾아내려는 노력이 부족하였으므로 다양한 변인을 찾아내는 데 장애 요인이 될 수 있었으리라 판단된다. 이와 관련하여 학생들은 다음과 같이 응답하였다.

학생 B: 설계 과정에서도 유비문(비유문)에서 알게 된 개념을 사용하기도 했던 것 같은데 높은 빈도는 아니었어요. 유비문(비유문)에 그런 내용이 없으면 대체로 생각 안하고 지나가게 되니까 유비문(비유문)에 따라서 많이 결과가 좌우되는 것 같아요.. 일부러 생각하지 않은 건 아니고 유비문(비유문)에 집중을 하다보니까 그 외의 내용을 생각할 겨를이 없는 것 같아요 .. 모든 점을 유비문(비유문)에만 의지하려고 한다는 단점이 있는 것 같네요.

학생 D: 설계를 할 때 굉장히 시간이 오래 걸렸거든요. 근데 이거(본 연구에서의 수업)는 좀 더 빨리할 수 있었던 것 같은데.. 음... 좀 더 길을.. 길이 제시되니까.. 많이 안돌아가도 쓸데없는 과정을 뺄 수 있는거.. 그게 장점이고.. (생각을) 많이 했으면 다양하게 생각할 수 있었을 텐데...

독창성 점수의 교정 평균은 모든 문항에 대하여 실험 집단이 통제 집단보다 높은 점수를 나타냈으며 1, 2-1, 3-1 문항에서의 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($p<.05$). 또한 독창성의 전체 점수의 교정 평균 또한 실험 집단이 통제 집단보다 높게 나타났으며 그 차이는 통계적으로 유의미하였다($p<.05$). 독창성 점수의 경우 문제 인식 및 가설 설정, 가설 설정, 변인 통제에 해당하는 문항에서 유의미한 차이가 나타났는데 이것은 본 연구에서의 수업 전략이 문제를 해결하는 데 있어서 다른 학문의 관점을 차용함으로써 문제를 다르고 독특한 관점으로 이해해보려는 과정을 강조하였기 때문이라고 판단된다. 또한 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형의 유형 A, B1의 경우 가설 설정 단계에서 학문 통합적 비유가 이루어졌으며 유형 B2의 경우는 변인 통제가 필요한 실험 설계 과정에서 학문 통합적 비유가 이루어졌으므로 이러한 결과가 나타난 것으로 분석된다. 독창성과 관련하여 학생들은 다음과 같이 응답하였다.

학생 A: 아무리 잘 몰라도 그 단어 하나하나를... 처음에 이렇게 주시는 거(비유문) 있잖아요. 하나 하나씩 보다 보면요. 뭐가 맞아떨어져요. 그러면 생각하지도 못했던 게 있거든요. 아, 이렇게도 다 연관이 되네.. 이거랑도 다 연관이 되네.. 해서 막 그럼 가설도 이렇게 지으면... 이렇게 설정하면 되겠다.

학생 E: 아.. 이렇게 대중 가설이 이렇게 나오겠구나.. 싶었을 때 그냥 본능적으로 이렇게 딱 생각을 했는데... 유비(비유문)를 딱 봤을 때 논리전개가 좀 다르다거나 그러면 아.. A가 아니라 B라는 방식의 가설이 또 나오겠구나...

즉, 본 연구에서의 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략은 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략에 비하여 학생들이 남들과는 다른 독특한 사고를 하는 데 도움을 준다는 것을 알 수 있었다. 독창성은 기존의 사고에서 탈피하여 희귀하고 참신하며 독특한 아이디어나 해결책을 산출하는 능력으로 창의적 사고의 궁극적인 목표라고 할 수 있다.³⁵ 이미 고안된 아이디어나 문제 해결 방법은 개인이나 사회에 큰 의미가 없다는 점을 고려한다면 독창적인 아이디어는 창의적 사고에서 매우 중요한 의미가 있다고 할 수 있다.

문제 해결력인 탐구 능력에 대한 비판적 사고력

창의적 문제 해결력 검사 문항 중 비판적 사고력을 평가할 수 있는 여덟 개 문항의 점수를 분석하여 아래의 Table 4에 나타내었다.

실험 집단의 경우 문항 5를 제외한 모든 문항에서 비판적 사고력 점수가 향상되었다. 통제 집단은 문제 인식 및 가설 설정에 해당하는 문항 1과, 변인 통제에 해당하는 문항 3-1에서 비판적 사고력 점수가 향상되었다. 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다.

문제 인식 및 가설 설정에 해당하는 1번 문항과 가설 설정에 해당하는 2-1, 2-2 문항, 변인 통제에 해당하는 3-2번 문항, 자료 해석 및 자료 변환에 해당하는 4-1, 결론도출 및 일반화에 해당하는 5번 문항에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 높게 나타났다. 그러나 통계적으로 유의미한 차이를 나타낸 문항은 문제 인식 및 가설 설정에 해당하는 1번 문항과, 자료 해석 및 자료 변환에 해당하는 4-1 문항이었다($p<.05$). 변인 통제에 해당하는 3-2 문항과 자료 해석 및 자료 변환에 해당하는 4-2 문항에서는 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 오히려 낮게 나타났으며 변인 통제 문항에 대해서는 그 차이가 통계적으로 유의미하였다.

문제 인식 및 가설 설정에 해당하는 문항에서 통계적으

Table 4. Means, standard deviations, and adjusted means for the score of the critical thinking skills by inquiry thinking skills

	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M
			M(SD)	M(SD)	
P1. Recognition of problems & Making hypothesis	Experiment	16	1.54(.17)	1.84(.12)	1.78
	Control	12	1.14(.50)	1.49(.24)	1.57
P2-1. Making hypothesis	Experiment	16	1.62(.18)	1.72(.12)	1.72
	Control	12	1.70(.13)	1.66(.14)	1.66
P2-2. Making hypothesis	Experiment	16	1.69(.31)	1.84(.30)	1.91
	Control	12	2.00(.00)	1.92(.29)	1.83
P3-1. Control of Variables	Experiment	16	.49(.62)	.77(.67)	.80
	Control	12	.88(.63)	1.35(.50)	1.32
P3-2. Control of Variables	Experiment	16	1.50(.73)	1.75(.45)	1.75
	Control	12	1.67(.49)	1.67(.49)	1.66
P4-1. Transformation & Interpretation of data	Experiment	16	1.06(.37)	1.25(.30)	1.26
	Control	12	1.10(.26)	.98(.28)	.97
P4-2. Transformation & Interpretation of data	Experiment	16	1.50(.73)	1.69(.48)	1.68
	Control	12	1.42(.52)	1.83(.39)	1.85
P5. Making conclusion & Generalization	Experiment	16	1.13(.89)	1.13(.81)	1.13
	Control	12	1.17(.84)	.75(.62)	.74
Total	Experiment	16	10.51(2.12)	11.99(1.57)	12.06
	Control	12	11.07(1.56)	11.65(.94)	11.56

Table 5. ANCOVA results on the critical thinking skills by inquiry thinking skills

	SS	df	MS	F	p
P1. Recognition of problems & Making hypothesis	.22	1	.22	12.633	.002*
P2-1. Making hypothesis	.02	1	.02	1.335	.259
P2-2. Making hypothesis	.03	1	.03	.424	.521
P3-1. Control of Variables	1.68	1	1.68	4.606	.042*
P3-2. Control of Variables	.06	1	.06	.263	.612
P4-1. Transformation & Interpretation of data	.55	1	.55	7.235	.013*
P4-2. Transformation & Interpretation of data	.20	1	.20	1.225	.279
P5. Making conclusion & Generalization	1.05	1	1.05	2.314	.141
Total	1.71	1	1.71	1.126	.299

로 유의미한 차이가 있는 것은 본 수업에서의 수업 전략이 가설 설정 단계를 강조하였기 때문이라고 판단된다. 특히 다양한 가설 중에서 가장 그럴듯한 가설을 선정하는 단계에서 필요한 사고력이 비판적 사고력인데 비유 활동을 통하여 그러한 과정이 보다 더 수월하게 이루어질 수 있었으리라 생각된다. 즉, 서로 다른 학문간에 공통된 원리를 대응하는 것은 가장 합당한 가설을 선택할 때 뿐만 아니라 보다 더 논리적으로 수정하는 데도 도움이 될 수 있었을 것이다. 관련된 학생들의 응답을 보면 다음과 같다.

학생 A: 아무래도 주어진 후에 이걸(그럴듯한 가설이나 그럴듯한 실험 설계 방법) 정하면 그러니까 이걸 고르면.. 이게 더 체계적으로 뭐가 말이 더.. 그러니까 그전에는 저희가 그냥 생각을 한거잖아요. 애

기를 하면서 쓴 거잖아요. 근데 이거는 정말 어느 개념에 맞춰서 저희가 이렇게 정리가 된 거라서 이게(비유 과정을 거친 이후에 선택한 가설 또는 실험 방법) 조금 더 구체적이고 그랬었지 않을까..
 학생 D: 가설을 썼을 때 뭐가 맞는지 모르겠는데 뭐가 이거 둘중에 하나인 것 같은데.. 그럴 때 있잖아요. 그런데 유비문(비유문)을 딱 보고 나서 아.. 여기서 만약에 이게 여기에 대응되고 이게 여기에 대응된다면 그럼 이 가설이 맞지 않을까? 이런 식으로... 생각하는 거 그런 건 도움이 되었던 것 같아요.

자료 변환 및 자료 해석 문항에서 비판적 사고력이 유의미하게 신장된 것은 학문 통합적 비유 활동을 통해 타 학문의 자료를 분석하고 해석하는 경험을 많이 할 수 있

었기 때문이라고 판단된다. 결론 도출 및 일반화 문항에서는 통계적으로 유의미하지는 않았으나 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 높게 나타났다. 실제로 학문 통합적 비유 활동은 결론 도출 및 일반화 과정에서는 직접적으로 제시되지 않았음에도 불구하고 결론을 만들어내거나 응용 문제를 해결하는 과정에서 학생들은 앞에 제시된 타학문 영역의 제시문을 통해 구체적인 아이디어를 얻었던 것으로 판단된다. 이와 관련하여 학생들은 다음과 같이 응답하였다.

학생 A: 앞에서 이걸(비유문) 좀 보고나서 이걸(결론 도출 및 응용문제 풀기)하면은 그러면 좀 틀이 있으니까.. 한번 봤으니까.. 찾아볼 수 있을 텐데....

학생 D: 여기서 했을 때 pH가 크게 변하지 않는 이유를 찾는 거면은 그럼 여기서 pH가 의미하는 거나 강산, 강염기가 의미하는 게 앞에 있었잖아요...경제 이런 거에서.. 그러면은 과학에서는 이해하기 힘들지만 사회에서 생각했을 때 그거는 공급 곡선이나 수요 곡선이 이런 경우에 이렇게 됐으니까 과학에서도 이렇게 됐을 때 이렇게 되지 않을까? 이런 식으로 과학에서의 결론을 모를 때 음.. 대조해볼 때? 사회에서는 결론까지 나와 있는 거지만 과학에서는 결론이 안 나와있는 거잖아요. 그럼 그랬을 때 약간 비교해가지구.. 애는 그럼 결론이 이렇게 되어야 겠다? 이런.. 걸 생각할 수 있었던 것 같아요..

특이한 결과는 창의적 사고력에서와 마찬가지로 3-1 문항의 변인 통제에서의 비판적 사고력 점수에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 오히려 낮게 나타났으며 그 차이가 통계적으로 유의미하였다는 것이다. 이것은 창의적 사고력에서와 마찬가지로 제시문에 과학에서의 변인과 대응되는 요소들이 포함되어 있지 않은 경우 변인 통제 자체가 고려 대상이 되지 못하였고, 고려되었을 경우라도 대응되었기 때문에 비판적인 검토 없이 무조건적으로 수용하는 경우가 있었기 때문이라고 생각된다.

결과적으로 본 연구에서의 수업 전략은 문제 인식 및 가설 설정, 자료 해석 및 자료 변환의 측면에서의 비판적 사고력 신장에 효과적인 전략인 것으로 분석되었다.

창의적 인성

창의적 인성 검사지²⁹의 점수를 분석한 결과는 Table 6과 같다.

실험 집단의 경우 유머와 개방성의 하위 범주 점수의 평균이 사후에 다소 향상된 것으로 나타났다. 그러나 그 이외의 범주에 대해서는 오히려 평균이 하락한 것으로 나타났다. 실험 집단과 통제 집단의 차이가 유의미한지 알아보기 위하여 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 7과 같다. 분석 결과 인내집착, 자기 확신, 호기심, 개방성, 독립성의 하위 범주에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단에 비하여 높게 나타났으나 그 차이는 통계적으로 유

Table 6. Means, standard deviations, and adjusted means for the creative personality

	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M
			M(SD)	M(SD)	
Endurance/persistence	Experiment	16	3.51(.53)	3.43(.47)	3.35
	Control	12	3.25(.50)	3.13(.60)	3.23
Humor	Experiment	16	3.42(.55)	3.50(.50)	3.46
	Control	12	3.29(.85)	3.46(.75)	3.52
Self-confidence	Experiment	16	4.09(.50)	3.94(.44)	3.87
	Control	12	3.83(.52)	3.72(.46)	3.81
Curiosity	Experiment	16	3.31(.47)	3.30(.44)	3.37
	Control	12	3.63(.62)	3.44(.56)	3.34
Imagination	Experiment	16	4.20(.75)	3.95(.67)	3.96
	Control	12	4.21(.45)	4.15(.35)	4.14
Openness	Experiment	16	3.63(.35)	3.81(.43)	3.88
	Control	12	3.98(.38)	3.90(.35)	3.81
Adventure	Experiment	16	3.22(1.06)	3.13(1.27)	3.02
	Control	12	2.96(1.01)	3.21(1.01)	3.35
Independence	Experiment	16	3.59(.55)	3.34(.87)	3.32
	Control	12	3.54(.58)	3.25(.66)	3.28
Total	Experiment	16	34.12(3.18)	33.22(3.01)	32.97
	Control	12	33.30(3.70)	32.71(3.37)	33.05

Table 7. ANCOVA results on the creative personality

	SS	df	MS	F	p
Endurance/persistence	.085	1	.085	.508	.483
Humor	.023	1	.023	.236	.631
Self-confidence	.019	1	.019	.195	.663
Curiosity	.007	1	.007	.044	.836
Imagination	.245	1	.245	2.389	.135
Openness	.028	1	.028	.194	.664
Adventure	.712	1	.712	1.588	.219
Independence	.009	1	.009	.038	.848
Total	.047	1	.047	.011	.919

* $p<.05$

의미하지 않았다($p<.05$). 태도와 같은 정의적 영역은 단기간의 수업 전략에 의해 쉽게 향상되지 않는 것으로 해석되며 정의적 영역을 강조한 추가적인 전략을 활용한 후속 연구가 필요할 것이다.

학업적 자기 조절

본 연구에서의 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략은 과학 영역의 문제를 해결할 때 다른 학문의 영역을 차용하여 문제 해결에 도움을 얻도록 하는 전략이므로 한 학문의 학습이 다른 학문의 학습에 긍정적인 영향을 미치는 전략이라고 할 수 있다. 따라서 학생들이 학습을 하는 동기를 신장시킬 수 있을 것이라 기대하였다.

학업적 자기 조절 검사지의 점수를 아래의 Table 8에 나타내었다. 그 결과 확인된 조절과 통합된 조절, 내재적 조절의 평균 점수가 향상된 것을 알 수 있다.

분석 결과 외적 조절과 부과된 조절의 경우 평균 점수가 하락하였으며 확인된 조절과 통합된 조절, 내재적 조절의 경우 평균 점수가 향상되었다. 외적 조절이나 부과

Table 9. ANCOVA results on the academic self-regulation

	SS	df	MS	F	p
External Regulation	.13	1	.13	.879	.357
Introjected Regulation	.00	1	.00	.035	.853
Identified Regulation	.40	1	.40	4.691	.040*
Integrated Regulation	.36	1	.36	4.848	.037*
Intrinsic Regulation	.62	1	.62	2.325	.140
Total	3.24	1	3.24	2.118	.158

* $p<.05$

적 조절은 학습을 하는 이유에 대해 ‘선생님이 시키므로’, ‘공부를 하면 선생님이 상을 주시거나 칭찬을 하시므로’ 등의 항목에 해당하는 조절로 외재적 동기에 해당한다. 반면 확인된 조절, 통합된 조절, 내재적 조절은 내적 동기 쪽에 근접해 있는 조절이므로 더 바람직한 조절 유형이라고 할 수 있다.

실험 집단과 통제 집단의 차이가 유의미한지 알아보기 위하여 공변량 분석을 실시하였다(Table 9).

그 결과 확인된 조절과 통합된 조절에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 높게 나타났으며 이 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다($p<.05$). 확인된 조절은 외적 조절이나 부과된 조절과 대조적으로 내면화의 깊은 수준에 도달해 있는 상태이며 내재적 동기와 밀접하게 관련된다. 학업 동기로서 확인된 조절의 예로는 ‘수업 내용을 이해하는 데 도움이 되므로’, ‘공부를 하면 실생활에 유용하게 쓰이므로’, ‘기본적인 지식을 얻을 수 있으므로’, ‘공부하면서 모르는 것들을 알아가기 위해서’, ‘나중에 좀 더 어려운 내용을 이해하는 데 도움이 되므로’, ‘공부를 하면 한 만큼의 결과를 얻을 수 있기 때문에’ 등이 있다.

특히 ‘실생활에 유용하게 쓰이므로’, ‘나중에 좀 더 어려운 내용을 이해하는 데 도움이 되므로’ 등의 항목이 이

Table 8. Means, standard deviations, and adjusted means for the academic self-regulation

	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M
			M(SD)	M(SD)	
External Regulation	Experiment	16	2.04(.82)	1.63(.66)	1.78
	Control	12	2.60(.73)	2.13(.59)	1.93
Introjected Regulation	Experiment	16	3.98(.79)	3.90(.94)	3.86
	Control	12	3.90(.85)	3.83(.78)	3.88
Identified Regulation	Experiment	16	4.42(.68)	4.65(.45)	4.68
	Control	12	4.50(.71)	4.46(.67)	4.43
Integrated Regulation	Experiment	16	4.37(.65)	4.59(.58)	4.67
	Control	12	4.58(.61)	4.55(.65)	4.44
Intrinsic Regulation	Experiment	16	3.90(.82)	4.24(.80)	4.30
	Control	12	4.10(.72)	4.08(.75)	4.00
Total	Experiment	16	18.71(2.09)	19.00(2.11)	19.33
	Control	12	19.67(2.37)	19.06(2.15)	18.63

형태의 조절인 것으로 보아 타 학문의 영역을 비유적으로 활용하여 문제를 해결해나가는 과정이 학생들의 확인된 조절의 신장에 도움을 주었으리라는 것을 쉽게 예측할 수 있다. 확인된 조절은 개인이 다양한 환경에 융통성을 발휘하여 잘 적응할 수 있도록 해준다³⁰는 교육적 효과를 가진다.

통합된 조절은 과제 자체에 대한 고유한 관심이나 즐거움보다는 개인적으로 중요한 결과를 얻기 위해 행해지는 조절이다. 학문의 동기를 외재적 동기와 내적 동기로 구분한다면 통합된 조절은 외재적 동기와 내적 동기의 경계선 상에 있다. 통합된 조절의 예로는 ‘공부를 하는 것이 나에게 가치있는 일이라고 믿기 때문에’, ‘사회에 필요한 사람이 되고 싶어서’ 등이 있다. 확인된 조절과 통합된 조절을 확인된 조절의 범주로 묶은 한국판 학업적 자기 조절 설문지(K-SRQ-A)를 이용한 연구를 보면, 내재적 동기와 확인된 조절 동기로 구성된 자율적 동기는 학업 성취도와 정적으로 관련되고 무동기, 외적 조절, 부과된 조절로 구성된 통제적 동기는 학업 성취도와 부적적으로 관련되어 있다는 것을 알 수 있다.³⁶ 또한 박성익과 유경훈³⁷은 창의적 사고능력, 창의적 인성, 성취 목표 동기, 자기 결정성 동기 간의 인과 구조를 분석하여 자기 결정성 동기의 외적 동기, 확인된 조절, 통합된 조절이 창의적 사고 능력과 상관이 있다고 하였다. 그들은 이 연구를 통해 특히 내재적 동기로 향할수록 자기 결정성이 높아지고 창의적 사고 능력 점수도 높아지면서 상관관계 수치도 높아지는 정적인 관계를 유지하였으며 외재적 동기로 갈수록 창의적 사고 능력에 부적인 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 이러한 결과는 본 연구에서 개발한 수업 전략을 통해 학생들의 확인된 조절과 통합된 조절이 향상되었다는 결과를 긍정적으로 뒷받침 한다고 할 수 있다.

학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업에 대한 학생들의 인식

수업에 대한 학생들의 의견을 알아보기 위하여 수업 전 후에 설문지를 실시하였다. 각 문항의 내용과 학생들의 응답을 분석하여 아래의 Table 10에 제시하였다. 분석 결과 문항 ⑤를 제외한 모든 문항에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 것으로 분석되었다.

즉, 학생들은 본 수업을 통하여 서로 다른 학문을 같은 원리로 설명할 수 있는 가능성이 있다는 것과 한 학문을 배우는 것이 다른 분야의 학문을 배울 때 도움이 된다는 것을 인지하게 되었다. 그 이유를 적어보도록 하였을 때 수업 전에는 ‘수학의 확률로 생물의 유전을 이해한다’, ‘언어를 배워야 다른 학문을 공부할 수 있다’, ‘수학을 배워야 물리를 안다’ 등 표면적인 내용의 유사성이나 직접적인 유사성을 많이 응답하였다. 그러나 수업 이후에 적은 응답들은 ‘과학의 미시적 현상이 사회의 거시적 현상으로 설명된다’, ‘경제학으로 진화를 설명한다’ 등 문제 해결을 위한 아이디어를 얻을 때 학문 영역을 자유롭게 넘나들 수 있다는 인식으로 변화하였다.

또한, 학문간 원리의 유사성을 바탕으로 한 수업의 필요성에 대한 인식도 긍정적으로 변화하였으며 교사가 되었을 때 이러한 수업을 시행할 의사 또한 실험 집단의 평균이 통제 집단에 비해 높은 것으로 나타났다. 그 이유에 대해 ‘실제로 배워보니 처음 할 때는 어렵던 것이 쉽게 느껴졌다. 다른 학생들의 이해를 돕는데 편리할 것 같다’. ‘다른 학문의 원리나 개념을 찾는 것이 그다지 어렵지 않았고 실생활의 예뿐만 아니라 다른 학문을 이용한다면 학생들이 새로운 학문을 접할 수 있는 기회가 될 것이라고 생각하기 때문에’, ‘원리가 같다는 것을 이용하면 접근이 쉽다’, ‘유추능력을 기를 수 있기 때문에’, ‘다른 학문을 적용시킴으로써 다양한 방향으로 생각할 수 있는 능

Table 10. Students' recognition about the inter-disciplinary education

	Pre-test	Post-test	t	p
	M(SD)	M(SD)		
① Do you believe that the theory exists which is consistently applied to another discipline?	2.38(0.89)	3.81(0.40)	6.446	.000*
② Do you believe that learning one discipline can be helpful to learning a different discipline?	3.19(0.98)	4.13(0.81)	3.758	.002*
③ Do you have an experience that learning one discipline have been actually helpful to learning a different discipline?	3.69(0.87)	4.44(0.51)	3.223	.006*
④ Do you believe that the class is necessary which uses common principles between disciplines?	2.94(1.18)	4.06(0.77)	4.392	.001*
⑤ Are you going to take a class which uses common principles between disciplines?	3.81(0.66)	4.13(0.72)	2.076	.055
⑥ Are you going to give a class which uses common principles between disciplines when you become a teacher?	3.13(0.96)	4.13(0.81)	4.899	.000*

* $p < .05$

력을 길러주기 때문에' 등으로 응답해 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업에 대해 학생들이 스스로 교육적 효과가 있다고 생각하고 있는 것으로 조사되었다.

결론 및 제언

학문 통합적 접근의 필요성으로 가장 빈번하게 언급되는 것은 학문 통합적 접근이 복잡하고 다층적인 문제를 창의적으로 해결하는 능력을 신장하는데 필요하기 때문이라는 것이다. 따라서 학문 통합적 교육의 목적으로 가장 우선시되어야 할 것은 창의적 문제 해결력 신장이다. 따라서 본 연구에서는 창의적 문제 해결력을 신장시키기 위한 '학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형'을 개발한 후 이에 따라 개발된 수업 전략을 적용함으로써 그 효과를 검증하고자 하였다.

이러한 목적을 위하여 본 연구에서는 기존의 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형에 비유 활동의 PDCA 네 단계 모형을 활용한 '학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형'을 개발한 후, 이 모형에 따라 한 학기 동안 활용할 수 있는 대학교 화학 실험 수업 전략을 개발하였다. 그리고 예비 과학 교사를 대상으로 개발한 수업 전략을 시행하여 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력, 창의적 인성, 학업적 자기 조절에 미치는 효과를 알아보았다.

그 결과 창의적 사고력의 하위 범주인 유창성, 융통성, 독창성 중 독창성 범주에서 문제 인식 및 가설 설정, 가설 설정, 변인 통제 문항에서 유의미하게 향상되었다. 이것은 본 연구에서의 수업 전략이 문제를 해결하는 데 있어서 다른 학문의 관점을 차용함으로써 문제를 다르고 독특한 관점으로 이해해보려는 과정을 강조하였기 때문이라고 판단된다. 또한 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 탐구 수업 모형의 유형 A, B1의 경우 가설 설정 단계에서 학문 통합적 비유가 이루어졌으며 유형 B2의 경우는 변인 통제가 필요한 실험설계 과정에서 학문 통합적 비유가 이루어졌으므로 이러한 결과가 나타난 것으로 분석된다. 이러한 결과를 통하여 문제 해결 과정에서의 창의적 사고력, 즉 탐구 과정에서의 창의적 사고력을 고르게 신장시키기 위해서는 가설 설정, 실험 설계에서 뿐만 아니라 다른 탐구 과정에서도 학문 통합적 접근을 통해 다각도로 접근해보는 모형이 필요하다는 결론을 얻었다.

비판적 사고력 점수를 분석한 결과 문제 인식 및 가설 설정, 자료 해석 및 자료 변환에서 실험 집단의 비판적 사고력이 향상된 것으로 나타났다. 이것은 창의적 사고력의

경우와 마찬가지로 본 수업에서의 수업 전략이 가설 설정 단계를 강조하였기 때문이며, 학문 통합적 비유 활동을 통해 타 학문의 자료를 분석하고 해석하는 과정이 강조되었기 때문인 것으로 나타났다.

변인 통제 과정에 대해서는 비판적 사고력 점수와 창의적 사고력의 하위 범주 중 융통성 점수에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단보다 더 낮게 나타났으며 그 차이가 유의미하였다. 이것은 제시된 타 학문의 내용이 실험과 관련된 다양한 변인에 대응되는 요소를 포함하고 있을 경우, 그 요소를 제외한 다른 변인을 고려해보려는 시도를 하지 못했던 것으로 보인다. 또는 타 학문의 내용에 변인에 대응되는 요소가 없을 경우에는 실험 설계 과정에서 변인 통제를 고려하려는 시도를 하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 변인 통제에서의 창의적 사고력과 비판적 사고력을 신장시키기 위해서는 구체적으로 변인 통제가 필요하다는 지시 및 관련 변인을 찾아보고 통제 변인과 조작 변인을 구분해보게 하는 수업 전략이 필요하다는 결론을 얻었다.

창의적 인성에 대해서는 모든 하위 영역에 대하여 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 탐구 수업 전략에서 학생들의 정의적 영역을 고려한 추가적인 전략이 필요하다는 결론을 얻었다. 마지막으로 학업적 자기 조절에 대해서는 확인된 조절과 통합된 조절에서 유의미한 차이를 나타냈다.

본 연구의 결과 및 결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 학문 통합적 교육에 대해 사회 및 교육계에서의 관심이 높아지고 있다. 그럼에도 불구하고 학문 통합적 교육의 시행 형태나 구체적인 수업 전략에 대해서는 명확한 안내가 부족한 실정이다. 또한 학문 분과적이고 폐쇄적인 중·고등학교의 전공 교사 제도는 학문 상호간의 교류와 소통을 어렵게 만드는 큰 요인이 된다. 따라서 학문 통합적 교육을 학교 현장에서 시행하기 위해서는 학문 통합적 교육을 위한 구체적이고 명확한 안내가 제시되어야 하며 교사들 간의 학문적 교류의 장을 만드는 노력이 이루어져야 한다.

둘째, 학문 통합적 교육을 경험해 본 학생들은 학문 통합적 교육이 문제 해결에 효과적이며 어려운 것이 아니라는 긍정적인 인식을 가지게 되었다. 본 연구의 연구 대상이 예비 과학 교사인 사범대학의 학생이라는 점을 보면 그 학생들이 현장 교사가 되었을 때 학문 통합적 교육을 시행하려는 의지가 더 높을 것이라는 예측이 가능하다. 따라서 학교 현장이 바뀌기 위해서는 예비 과학 교사들을 가르치는 사범 대학에서 먼저 학문 통합적 교육이 이루어져야 한다. 또한 현장 교사들에게도 교사 재교육을

통해 학문 통합적 교육을 경험해보게 하는 것이 현장의 변화를 불러오는 데 좋은 방법이 될 것이다.

셋째, 본 연구에서 학문 통합적 비유를 활용하여 수업을 할 때 비유 학문의 내용이 너무 어려운 경우 오히려 과학 영역을 이용하여 비유 학문을 이해하려 노력해야 하거나 또는 내용 이해에 혼동이 오는 경우가 관찰되었다. 따라서 타 학문 영역의 비유를 통하여 과학 학문을 이해하려는 시도를 할 경우에는 비유 학문에 대한 충분한 이해가 필요할 것으로 보인다. 실제로 과학 수업에서 학문 통합적 비유를 활용한 수업을 하게 될 경우 교육과정 분석을 통하여 학생들이 이미 전학년에서 배운 타학문의 개념을 이용하거나 최소한 같은 학년에서 배우고 있는 타학문의 개념을 이용한다면 이러한 어려움이 해결될 것으로 보인다.

넷째, 본 연구에서 개발한 학문 통합적 비유를 활용한 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략이 창의적 사고력, 비판적 사고력, 학업적 자기 조절 능력에 긍정적인 효과를 미치는 것을 알 수 있었으나 이 연구는 일부 지역의 특정 학생들만을 대상으로 하였을 뿐만 아니라 인원수가 적으므로 그 결과를 일반화하기가 어렵다. 따라서 다양한 지역에 걸쳐 많은 수의 인원을 대상으로 하는 추가 연구가 필요하다.

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2011-0002416).

REFERENCES

- Ministry of Education, Science and Technology *Science Curriculum*; Daehan Textbook Publishing: Seoul, Korea, 2009.
- Wilson, E. O. *Consilience*; Random House: NY, U.S.A., 1998.
- Choi, J. C.; Ju, I. W. *Consilience of Knowledge*; E-um: Seoul, Korea, 2007.
- Lee, Y. M. *The Pusan Journal of Educational Research* **1994**, 7, 65.
- Morrow, L. M.; Pressley, M.; Smith, J. K.; Smith, M. *Reading Research Quarterly* **1997**, 32(1), 54.
- Proctor, R. M. J. *Enhancing elementary students' creative problem solving through project-based education*; ERIC Document Reproduction Service No. ED 462941, 2001.
- Elliott, B.; Oty, K.; McArthur, J.; Clark, B. *Int. J. Mathematical Education in Science and Technology* **2001**, 32(6), 811.
- Caspell, S. *The Ontario Journal of Outdoor Education* **2007**, 19(3), 20.
- Moseley, C.; Utley, J. *Journal of Elementary Science Education* **2006**, 18(2), 1.
- Hong, Y. K. *Journal of Curriculum Integration* **2009**, 3(2), 42.
- Han, H. B. *Journal of Curriculum Integration* **2009**, 3(1), 111.
- Lee, Y. J.; Jung, G. N. *Journal of Early Childhood Education* **2006**, 15(1), 143.
- Shin, J. H. *The Journal of Child Education* **2006**, 15(2), 301.
- Sung, E. H.; Lee, M. J.; Jo, G. J. *Journal of Future Early Childhood Education* **2005**, 12(4), 25.
- Jung, H. S. The Effect of topic-centered integrated learning program on the learning interest and the self-directed learning ability of elementary school children's. Master's dissertation, Korea National University of Education, Cheongwonkum, Korea, 2005.
- Kim, J. B. *Integrated curriculum*; Kyoyookbook: Seoul, Korea, 2003.
- Routman, R. *invitations: Changing as teachers and learners K-12*; Portsmouth, N.H. Heinemann: Toronto, Canada, 1991.
- Goodlad, J. I.; Z. Su. *Organization of curriculum*; P. W. Jackson, Ed.; Macmillan Publishing Company: New York, U.S.A., 1992.
- Donna, M. W.; James W. S. *Elementary methods-an integrated curriculum*; Allyn & Bacon: NY, U.S.A., 1997.
- Lee, G. M.; Choi, I. S. *Effective management of integrated curriculum*; Hakjisa: Seoul, Korea, 2009.
- Bang, D. Development of teaching strategy using interdisciplinary analogy to enhance students' creative problem solving skills and examination of its effectiveness. Doctoral Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2011.
- Bang, D.; Park, J. E.; Song, J. Y.; Kang, S. H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2011**, 55(2), 290.
- Kang, S. H. *Assessment Instruments and Criteria of Creative Problem Solving Thinking Skills in Science Education*; Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2010.
- Lawson, A. E. *Science teaching and the development of thinking*; Wadworth Publishing Company: CA, U.S.A., 1995.
- Holyoak, K. J.; Thagard, P. R. *Mental leaps: Anaogy in creative thought*; The MIT Press: Cambridge, MA, USA, 1995.
- Lee, J. H.; Lee, J. H.; Kim, B. M. J. *Korea Assoc. Math. Edu.* **2003**, 16, 245.
- Kim, M. H.; Choi, K. S. *Journal of Child Studies* **2002**, 23(5), 1.
- Park, J. H.; Lee, Y. A. *The Korean Journal of Experimental and Cognitive Psychology* **2001**, 13(4), 361.
- Ha, J. H. *Journal of Education Psychology* **2000**, 14(2), 187.
- Ko, K. H. *A study on the types of academic self-regulations*. Master's Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2003.
- Vallerand, R. J.; Bissonnette, R. *Journal of Personality* **1992**, 60, 599.
- Hayamizu, T. *Jpn. Psychol. Research* **1997**, 39, 98.
- Oh, S. A. New motivational types between extrinsic and

- intrinsic motivations. Master's Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2001.
34. Kim, A. *Taxonomy of student motivation*; Paper presented at the annual meeting of the american educational research association: New Orleans, Louisiana, U.S.A., 2002.
35. Choi, I. S. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education* **2001**, 11(6), 1.
36. Lee, M. H.; Jung, T. Y. *Korean Journal of Psychological and Social Issues* **2008**, 14(1), 77.
37. Park, S. I.; Lew, K. H. *The Korean Journal of Educational Psychology* **2010**, 24(3), 733.
38. Gentner, D.; Jeziorski, M. *Historical shifts in the use of analogy in science*; Rep. UILU-ENG-87-1778; Office of Naval Research: Arlington, VA(U.S.A.) **1987**, ERIC Document Reproduction Service No. ED288727.
39. Lin, H. S.; Shiau, B. R. *Research in Science Education* **1996**, 26(4), 495.
40. Lee, Y. A.; Choi, K. H.; Lee, H. J.; Chung, W. K. *The Korean Journal of Experimental Psychology* **2004**, 16(3), 285.
41. Lee, H. J. Effects of Analogy on Learning scientific concepts: A comparison between the projection-first and the alignment-first theory. Doctoral Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2004.
42. Jung, H. O. Learning scientific concepts by analogy: A comparison between picture presentation and mapping training. Master's Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2000.
43. Tunteler, E.; Resing, W. M. *British Journal of Educational Psychology* **2007**, 77, 43.
-