

## 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 초등교사 연수 프로그램에 대한 평가

백 성 혜

한국교원대학교

김 정 은

수원 산남초등학교

이 연구의 목적은 과학 창의적 문제 해결력을 신장시키기 위한 교사 연수 프로그램을 개발하고 그에 대한 평가를 하는 것이다. 이를 위하여 선행연구를 고찰하고, ‘과학 창의적 문제 해결 과정’을 제안하였다. 또한 교수체제설계 단계에 따라 초등교사 연수프로그램을 개발하였으며, 평가의 질을 높이기 위하여 Kirkpatrick의 4단계 평가 모델을 적용하였다. 평가 결과, 학습목표가 모두 성취되었으며, 교사의 과학 창의적 문제 해결 과정에 대한 교수 능력에 대한 인지가 높아졌다. 또한 연수 프로그램에 대한 교사의 평가는 긍정적이었으며, 학교 현장에 적용하고자 하는 의지도 높았다. 이를 통해 연수 프로그램을 학교에 적용하는 것에 대한 가능성을 확인할 수 있었다.

주제어: 교사 연수 프로그램, 과학 창의적 문제 해결력

### I. 서 론

#### 1. 연구의 필요성 및 목적

다양한 영역의 지식들을 조합하여 새롭고 독창적인 아이디어를 생성하고, 창의적으로 사고하여 문제를 해결해 나가는 능력이 요구되는 현대 사회에서 창의적 문제 해결력은 우리나라뿐만 아니라 외국의 교육과정에도 그 중요성이 명시되어 있다(교육인적자원부, 2007; 교육과학기술부, 2009; 조미영, 문공주, 김성원, 2010). 여러 연구자들(Davis & Rimm, 1994; Shallcross, 1981) 역시 창의적 문제 해결력은 선천적인 능력만이 아니라 교육적 노력에 의해 신장될 수 있다는 것을 강조하며 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육의 중요성과 필요성을 이야기하였다.

그러나 과학 창의적 문제 해결 능력을 교육하기 위한 구체적인 교사연수 프로그램이 부족하여 교사들은 학생들의 창의성을 기르기 위한 교육 수행에 어려움을 느끼고 있는 실정이다.

---

교신저자: 백성혜(shpaik@knue.ac.kr)

박인숙과 강순희(2011)의 연구는 교사들이 창의적 문제 해결 능력을 과학 교과에서 중요한 목표라고 생각하지만 학교 현장에서 사용하기 힘들기에 교육하지 않고 있으며, 실제로 교육하기 위해서는 적절한 교수 전략 개발과 교수·학습 방법에 대한 정보를 제공해 줄 수 있는 교사 교육이 필요하다고 응답했음을 보여준다. 다른 어떤 변인보다도 교수·학습의 질을 좌우하는 가장 직접적인 변인이 바로 교사의 교수 행위임(Bradley, 1999; Wenglinisky, 2005)을 생각해 볼 때, 과학 창의적 문제 해결 능력 신장을 위한 교육을 실시하기 위해서는 구체적인 전략이나 모형 등 실제 교육에 도움이 될 수 있는 정보를 제공하는 교사 연수가 선행되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 학생들의 과학 창의성을 기르기 위한 교사의 능력을 향상시키기 위하여 구체적인 프로그램 설계 이론을 도입하고, 이러한 이론을 근거로 각 요소들을 포함한 연수 프로그램을 개발하고자 한다. 또한 개발한 연수 프로그램을 수행하는 과정에서 참여한 교사들의 평가를 통해 프로그램의 성과를 판단하고, 개선점을 도출하고자 한다. 이러한 과정을 통하여 학교 현장에서 학생들의 과학 창의적 문제 해결 능력을 기를 수 있는 교사 연수 개발 단계에 대한 구체적인 방향을 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 가. 과학 창의적 문제 해결 과정의 요소

정현철, 한기순, 김병노, 최승언(2002), 조연순, 성진숙, 채제숙, 구성혜(2000), 윤희정과 우애자(2011), 박종원(2004) 등의 연구에 따르면 과학 창의성은 과학의 기본 지식을 바탕으로 발산적 사고, 수렴적 사고, 연관적 사고 등의 과학 창의성 요소와 가설 설정, 실험 설계, 실험 수행, 가설 검증 등의 탐구 관련 요소를 활용한 문제 해결 과정이라고 볼 수 있다. 그러므로 과학 창의성과 과학 창의적 문제 해결은 거의 동일한 용어라고 볼 수 있으나, 그동안 ‘창의성’이라는 용어가 추상적이고 확산적 사고만이 강조된 면이 있기에, 본 연구에서는 ‘과학 창의적 문제 해결’이라는 용어를 사용하도록 하겠다.

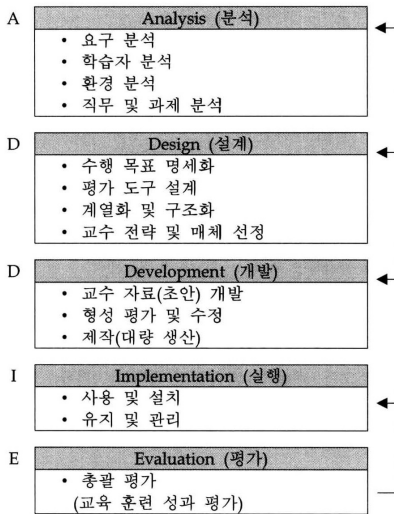
Lawson(2001)이 제안한 창의적 & 비판적 사고 과정 모델은 과학자들이 창의적으로 문제를 해결하는 사고 과정을 보여준다. 이 모델은 ‘준비(preparation), 부화(incubation), 조명(illumination), 검증(verification)’의 연속적 단계로 이루어져 있으며, 과학자의 창의적 사고와 일맥상통한다(Wallas, 1926; Sternberg & Davidson, 1995). 한편, 준비, 부화, 조명단계에서 과학자들은 다양한 해결책을 모색하고 최선의 해결 방안을 결정하는 과정에서 발산적 사고, 연관적 사고, 수렴적 사고를 거치고, 실험을 계획하고 수행함으로써 가설을 검증하는 검증단계에서 탐구적 사고를 경험하게 된다. 이러한 사고의 단계를 포함하기 위하여 본 연구에서는 Lawson(2001)의 모델을 보완하여 과학 창의적 문제 해결 과정의 요소를 도출하였다.

토론은 ‘조명’과 ‘검증’ 단계 사이에 구성되어 있다. ‘조명’ 단계에서 학습자들은 다양한 영역의 지식들을 연관시켜보며 많은 가설들을 생성하게 된다. 가설들 중 실험을 통해 검증할 가설을 선택하여야 하는데, 이 때 토론을 통하여 가장 적합한 가설을 선택하게 된다. 타인과의 토론을 통해 자신이 생각하지 못했던 해결 방안이나 새로운 영역의 지식을 마주하게

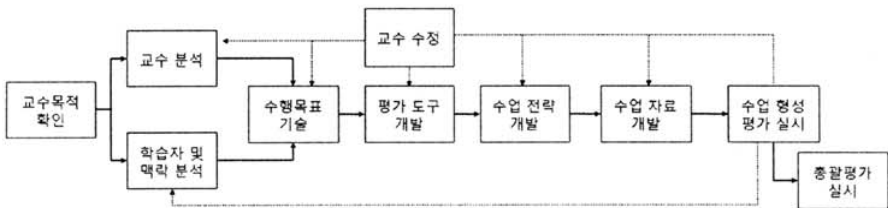
되어 더욱 다양한 가설들을 생성할 수 있게 됨과 동시에, 실험 이전에 다수로부터 1차적인 검증은 받는 과정이라고도 할 수 있다.

나. 교사연수 프로그램 개발을 위한 교수체제설계(ISD: Instructional Systems Design)

교수체제개발(ISD)이란 교수과정을 투입, 과정, 산출로 이어지는 일련의 순환과정으로 보고 각각의 구성요소들 간의 상호작용을 통해 의도된 목표 하에 학습자로 하여금 가능한 최선의 학습결과를 성취할 수 있도록 하는 체계적 접근이다(Dick & Carey, 1987; 박성일, 1991). ISD 모형 중 국내에서 일반적으로 널리 적용되고 있는 것은 [그림 1]의 ADDIE 모형과 이를 좀 더 체계적으로 세분화시킨 [그림 2]의 Dick, Carey와 Carey(2001)의 모형이다.



[그림 1] ADDIE 모형의 과정(정재삼, 2004)



[그림 2] Dick, Carey, & Carey(2001)의 체계적 교수설계 모형

현실에 있어서 ISD 모형을 엄격하게 적용하여 교육프로그램을 개발하기에는 비용과 시간 이 너무 많이 소요된다는 비판이 있다(Branch, Darwazeh, & El-Hindi, 1992; Dick & Carey,

1996). 따라서 많은 연수 프로그램들이 ISD를 도입할 때 상황에 적합하도록 수정, 활용해 나가고 있다(이혜정, 2008). 본 연구에서는 오인경과 최정임(2005)이 제시한 <표 1>의 ISD 단계별 목적 및 아웃풋을 기반으로 하여 추가적으로 제시되어 있는 단계별 구체적인 절차나 유형들 중 본 연구에서 수행하는 프로그램의 개발에 적합한 것들을 선별 혹은 수정하여 활용하고자 한다.

<표 1> ISD 단계별 목적 및 아웃풋(오인경, 최정임, 2005)

ISD 단계	단계별 목적	단계별 아웃풋
요구 분석	‘왜’ 교육을 해야 하는지를 결정함	교육목적
업무과제분석	학습자가 ‘무엇을’ 학습해야 할지를 결정함	학습내용, 학습목표
설계	도출된 교육내용을 ‘어떻게’ 가르쳐야(혹은 배워야) 할지를 설계함	교수설계안 (교안: 교수-학습전략 및 학습순서 포함)
개발	설계된 교안에 따라 학습자들이 상호작용할 학습매체를 개발함(혹은 선정함)	교재, 보조자료, 평가자료, Job-aids, WBT 등
실행	교안과 개발된 매체를 가지고 교수-학습 활동을 실시함	-
평가	설정된 학습목표를 ‘얼마나’ 달성했는지를 측정함	교육효과, 피드백

※ 각 단계의 아웃풋은 다음 단계의 인풋으로 작용한다.

### 1) 요구분석(Needs analysis)

학습자 및 환경적 요구를 분석함으로써 왜 교육을 해야 하는지를 분석한다. 현재 무엇이 문제인지, 무엇이 부족한지, 무엇을 기대하는지를 밝히는 것이다. 아웃풋으로는 교육목적이 도출된다.

### 2) 업무과제분석(Job and Task analysis)

교육목적을 달성하기 위해 무엇을 가르쳐야 할지를 분석한다. 아웃풋으로는 가르쳐야 할 교육내용의 목록(지식, 기술, 태도)과 학습목표가 산출된다. 업무과제분석을 수행하는 유형에는 위계분석, 절차분석, 정보처리분석, 군집분석이 있고, 이들 중 교육 목적에 따라 가장 적절하게 활용할 수 있는 분석 유형을 선택하거나 혼합할 수 있다. 본 연구에서는 위계분석과 절차분석을 혼합하여 활용하였다. 위계분석(Hierarchical Analysis)이란 최상위의 교육목적에 도달하기 위해 교육목적을 위에서 아래로 잘게 쪼개가며 학습자가 취해야 하는 다양한 일련의 하위 과제들을 밝히는 작업으로서, 학습자가 수행해야 하는 학습경험의 경로를 설명하는 것이다. 절차분석(Procedural Task Analysis)은 학습자가 순서적으로 일련의 단계들을 따라가면 습득이 되는 성격의 학습과 같이 시간적인 순서가 있는 지적 능력을 분석할 때 주로 사용되는 분석 방법이다.

### 3) 설계(Design)

업무과제분석에서 도출된 내용을 어떻게 가르쳐야 할지를 교수 설계한다. 즉, 교수설계안(교안)을 만드는 단계다. 교수설계안은 설정된 학습목표를 달성하기 위한 교수·학습 전략 및 학습순서, 학습시간, 학습자료 등을 포함한다.

### 4) 개발

설계된 교안에 따라 학습자들이 상호작용하게 될 학습매체를 만들거나 선정하게 된다. 학습자들이 가지고 학습할 자료를 개발하는 것이다. 아웃풋으로는 교재, 보조학습자료, 평가자료, Job-aids, WBT 등의 다양한 자료가 만들어진다. 설계는 설계안만 구성하는 것이고, 개발은 실제 학습자들이 사용할 교재와 보조자료 등을 만드는 단계다. 이때, 시중에 만들어져 있는 것을 선정하여 활용할 수도 있다(outsourcing).

### 5) 실행(Implementation)

개발된 교재를 활용하여 설계된 교안에 따라 학습자들과 교수-학습 활동을 실시하게 된다.

### 6) 평가(Evaluation)

교육·연수 프로그램의 평가에 대한 관점은 학자에 따라 다르지만, 대부분의 교육·연수 프로그램 평가는 다음에 제시한 6가지 모델을 수정·보완 또는 확장하여 이루어지고 있다. Warr, Bird와 Rackham(1970)의 모델이 비교적 독창적이고, Hamblin(1974), Kaufman, Keeler와 Watkins(1995), Molenda, Pershing과 Reigeluth(1996), Phillips(1995, 1997a)의 평가 모형은 모두 Kirkpatrick (Kirkpatrick, 1959a, 1959b, 1960a, 1960b, 1976, 1994, 1998)의 4단계 평가모델(Kirkpatrick's Four Steps Evaluation Model)을 확장하거나 수정한 것들이다(이성흠, 2005).

교육·연수 프로그램을 평가하는 데 있어 가장 잘 알려진 평가모델은 Kirkpatrick의 4단계 평가 모델로서, 미국에서는 대부분의 교육·연수기관이 프로그램 평가를 위하여 Kirkpatrick의 4단계 모델을 채택, 그들의 상황에 적합하게 수정·보완하여 사용하고 있다(Dyer, 1994; Phillips, 1997a). 우리나라에서 Kirkpatrick의 4단계 평가모델은 기업의 교육·연수 프로그램에서 가장 많이 사용하고 있는 평가 방법이지만, 공무원 교육 평가(진선미, 정은정, 2005), 대학부설 평생교육원 프로그램의 평가(전주성, 김소영, 2011) 등과 같은 분야에도 활용되고 있다. Kirkpatrick의 4단계 평가모델은 무엇을 기준으로 하여 교육 프로그램의 효과성을 측정할 것인가에 초점을 맞춘 것으로서, 사용되는 용어가 약간씩 다르지만 1단계에서 반응 또는 학습자 만족, 2단계에서 학습 또는 성취, 3단계에서 행동 또는 측정 가능한 직무수행에 전이, 4단계에서 사업결과 또는 최종적인 결과에 중점을 두어 교육·연수 프로그램을 평가하고 있다(이성흠, 2005). Kirkpatrick의 4단계 평가모델은 <표 2>와 같다.

Kirkpatrick의 4단계 평가를 사용하는 교육·연수 프로그램 평가 방법에 대한 미국훈련개발협회(American Society for Training & Development: ASTD)의 조사연구(Sugrue & Kim, 2004)는 344개 조사기관의 74%가 1단계인 프로그램 종료 후 참가자의 프로그램 만족도에 관한 반응평가 실시를, 31%가 2단계인 프로그램에서 습득한 지식, 기능, 태도와 관련된 학습

<표 2> Kirkpatrick의 4단계 평가모델

단계	내용	차원
1 반응평가 (Reaction)	보통 반응질문지를 사용하여 학습자가 특정 교육·연수 프로그램에 대하여 어떻게 생각하는가를 평가	개인차원 평가
2 학습평가 (Learning)	수행평가를 사용하여 교육·연수 프로그램의 구체적인 목적과 연결하여 학습자의 지식, 기능, 태도의 변화를 측정	개인차원 평가
3 행동평가 (Behavior)	연수 프로그램에 참여하여 학습한 지식을 현장에서 얼마나 잘 적용하고 있는지 평가	개인차원 평가
4 결과평가 (Results)	교육을 받은 효과가 학습자가 소속되어 있는 기관의 생산성 및 수익성 등에 어떤 영향을 주는지 평가	조직적 차원의 평가

평가를, 14%가 3단계인 교육·연수 프로그램 후 현장에서의 행동변화 평가를, 8%가 4단계 결과평가를 하고 있음을 보고하고 있다. 이는 조사연구에 참가한 기관들이 연수 프로그램을 평가하는 데 있어 Kirkpatrick의 4단계 중 필요한 단계까지만 선정하여 활용하며, 1단계인 학습자들의 만족도를 프로그램을 평가하는 데 가장 많이 사용하고 있음을 보여준다.

본 연구에서는 조금 더 심층적인 분석과 양질의 프로그램 개발을 위해 Kirkpatrick의 4단계 중 3단계까지를 활용하여 프로그램을 평가하고자 한다. 연수 프로그램에 참여한 교사 개인 수준에서의 프로그램 효과를 평가하는 것이 본 연구의 목적이고, 비용 대비 효과성 등으로 프로그램을 평가하는 것은 단시간 내에 효과가 나타나지 않는 교육의 특성상 맞지 않는다고 판단하였기 때문에, 조직차원의 평가인 4단계는 제외하였다.

◎ 1단계-반응평가(만족도)

미국훈련개발협회(American Society for Training and Development: ASTD)의 교육·연수 프로그램 평가방법에 관한 조사연구는 대부분의 교육·연수기관이 프로그램의 종료와 함께 참가자의 반응평가를 통하여 학습자의 프로그램에 대한 만족도를 확인·평가하고 있음을 보고하고 있다(Sugrue & Kim, 2004). 이는 연수 프로그램에 대한 학습자의 제언이 프로그램이 학습자들의 요구에 부합하는 정도, 장래 참가자를 위한 개선사항 등과 관련된 매우 중요한 정보를 제공하기 때문이다(Pont, 1996). 프로그램 참가자의 반응을 분석함으로써 교육·연수 프로그램의 수정·보완에 대한 결정을 내리고, 이를 통하여 프로그램을 개선할 수 있다(Biner, 1993). 또한 반응평가를 통해 만족도가 높은 결과를 얻을 경우에는, 학습한 내용을 현장에서 행동으로 나타내는 데에 대해 좋은 결과를 기대할 수 있다. Kaufman과 Keller(1994)는 교육·연수 프로그램에서 학습한 내용이 실제 업무현장에서 행동으로 전이되기 위해서는 프로그램에 대하여 긍정적인 자세를 유지해야 할 필요가 있음을 이야기하였고, 노인택(2009)은 1단계의 만족도가 3단계 전이에 정적인 영향을 미침을, 주영주, 김소나, 박수영, 김은경(2009)은 1단계 만족도가 2단계 학습과 3단계 전이를 정적으로 예측함을 보여주었다.

본 연구에서는 연수 프로그램에 참여한 교사들의 프로그램에 대한 만족도 평가를 통해 교육 현장에서의 활용도를 예측해 보고, 연수 프로그램의 수정·보완점 조사를 통해 프로그램의 개선 방향을 모색하고자 한다.

◎ 2단계-학습평가(성취도)

대부분의 평가에 대한 정의는 교육·연수 프로그램의 효과성을 판단하려는 사람에게 프로그램과 관련되는 정보와 자료를 제공하는 이론적 토대를 제시한다(Groteluschen, 1980). 2단계인 학습평가는 프로그램에서 사전에 설정한 학습목표를 학습자가 달성하였는지 확인함으로써 프로그램의 효과성을 판단하기 위해서도 하지만, 프로그램의 학습효과성을 측정하고 개선을 위한 기회를 위해서도 실시된다. 그런데 교육·연수 평가가 학습자의 학습결과에 대하여 점수를 부여하고 판정하고 심판하여 학습자를 성공집단과 실패집단으로 유목화하는 기능으로 사용된다면, 교육·연수 과정을 개선하고 학습자의 학습에 도움이 되는 방안제시에는 도움이 되지 못한다. 교육·연수 프로그램 평가의 기능은 교수과정과 학습과정 개선에 최대한 도움이 되고 학습자의 학습효과를 극대화시키는 역할이 되어야 할 것이다(황정규, 1998). 따라서 본 연구에서는 지필평가를 통해 알 수 있는 일차원적인 지식 암기 여부에 대한 평가 대신에 과학 창의적 문제해결력 신장을 위한 교육을 실제 교육 현장에서 실행할 수 있는지에 대해 평가하기 위하여 ISD 단계 중 업무과제분석 단계에서 설정하는 학습목표의 달성 여부로 학습평가를 실시하고자 한다.

◎ 3단계-행동평가(학습 전이)

3단계인 행동평가 또는 학습전이의 평가는 보통 설문지, 관찰, 면담 등을 활용하여 연수 종료 3~6개월 후에 이루어진다(정재삼, 2004). 학습전이는 교육·연수 프로그램을 통하여 실제로 획득한 변화된 태도나 증가된 지식, 혹은 향상된 기술을 자신의 직무에 활용(혹은 전이)하는 것을 의미한다(Kirkpatrick, 2006). 교육·연수 프로그램은 학습자가 학습한 것을 실제로 자신의 업무나 일에 활용할 때 비로소 가치를 갖게 된다고 볼 수 있으므로, 이는 교육·연수의 실천에서 가장 중요하다고 말할 수 있다(Brinkerhoff & Gill, 1994; Halpern & Hakel, 2003; Thompson, Brooks, & Lizarraga, 2003).

## II. 연구 과정

### 1. 연구 절차

조사연구 단계에서 선행연구 고찰을 통해 과학 창의적 문제 해결 과정을 구안하고, 교사 연수 프로그램의 개발을 위한 교수체제설계(ISD) 단계 및 평가모델을 선정하였다. 교사 연수 프로그램 개발 단계에서는 조사연구를 통해 선정된 오인경과 최정임(2005)의 교수체제설계 단계에 따라 ‘요구분석, 업무과제분석, 설계, 개발, 실행, 평가’ 순대로 프로그램을 개발하였다.

### 2. 교사 연수 프로그램 개발

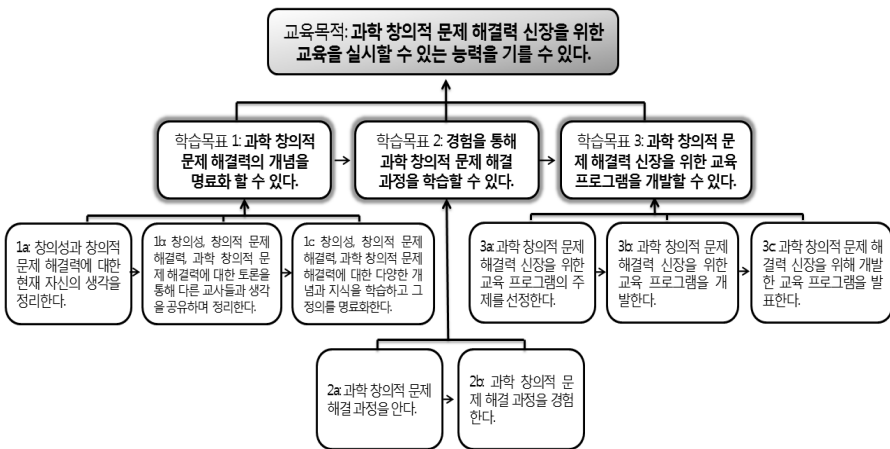
#### 가. 요구분석(Needs analysis)

학습자 및 환경적 요구를 분석함으로써 왜 교육을 해야 하는지를 분석하는 단계이다. 본 연구에서 정의하는 ‘과학 창의적 문제 해결력’은 창의성, 창의적 문제 해결력과 매우 밀접한

관계이기 때문에, 창의성 교육과 연관이 있는 발명 교육 및 영재 교육 담당 교사를 대상으로 한 연구를 포함하여 창의성, 창의적 문제 해결, 과학 창의적 문제 해결 교육에 대한 교사들의 인식 및 관련 연구에 대한 요구를 선행연구를 통해 조사하였다. 교육현장에 있는 교사들이 창의성 교육의 중요성을 인지하고 있음에도 불구하고 창의성의 개념, 교수방법 등의 지식과 전략의 부족으로 창의성을 신장시키기 위한 교육을 실행하고 있지 못하는 것이 현재의 문제점으로 나타났고(장금수, 1997; 이강열, 1998; 최경희, 조연순, 조덕주, 1998; 강승호, 김양숙, 이순성, 2001; 김순남, 이병환, 황향숙, 2003; 정옥분, 김경은, 박연정, 2005; 박인숙, 강순희, 2011), 연수 프로그램에 대한 교사들의 요구는 창의성에 대한 이해와 창의성 계발 수업을 실천할 수 있는 기술 습득, 교수 전략과 교수·학습 방법에 대한 학습, 실습 등의 경험, 토론을 통한 지식과 경험의 공유, 자료 개발 등을 연수 프로그램에 요구하고 있음을 알 수 있었다(박종렬, 서혜애, 김순남, 2002; 정옥분 외, 2005; 최원호 외, 2007; 최유현 외, 2007; 박인숙, 강순희, 2011). 따라서 교사들의 요구를 반영한 연수를 실시하여 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육을 실제 교육 현장에서 실시할 수 있는 능력을 길러주는 것을 교육목적으로 설정하였다.

나. 업무과제분석(Job and Task analysis)

요구분석을 통해 설정한 교육목적인 ‘과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육을 실시할 수 있는 능력을 길러주어야 한다.’를 달성하기 위해 위계분석(Hierarchical Analysis)과 절차분석(Procedural Task Analysis)을 혼합하여 활용하였다. 위계분석(Hierarchical Analysis)이란 최상위의 교육목적에 도달하기 위해 교육목적들 위에서 아래로 잘게 쪼개가며 학습자가 취해야 하는 다양한 일련의 하위 과제들을 밝히는 작업으로서 학습자가 수행해야 하는 학습 경험의 경로를 설명하는 것이고, 절차분석(Procedural Task Analysis)은 학습자가 순서적으로 일련의 단계들을 따라가면 습득이 되는 성격의 학습과 같이 시간적인 순서가 있는 지적 능력을 분석할 때 주로 사용되는 분석 방법이다. 창의성 관련 선행 연구와 연수에 대한 교사들



[그림 3] 연수 프로그램의 교육목적, 학습목표, 학습 내용



의 요구를 반영하여 분석한 결과를 바탕으로 총 세 개의 학습목표와 각각의 학습목표 달성을 위한 학습내용들을 [그림 3]과 같이 설정하였다.

다. 설계(Design)

업무과제분석을 통해 설정한 학습목표와 학습내용을 토대로 <표 3>과 같이 교수설계안을 작성하였다.

<표 3> 교수설계안

교수·학습 활동	세부 교수·학습 활동	시간	자료	과제
1. 창의성과 과학 창의적 문제 해결력 개념 명료화하기 (4시간)	1-1. 창의성과 창의적 문제 해결력에 대한 사전과제로 자신의 생각 정리하기	-		창의성과 창의적 문제 해결력에 대한 사전과제
	1-2. 창의성과 과학 창의적 문제 해결력에 대한 강의 및 토론	4	강의 PPT	반성적 저널
2. 과학 창의적 문제 해결 과정 알고 경험하기 (8시간)	2-1. Lawson(2001)의 창의적&비판적 사고 과정 모델을 통한 아르키메데스의 문제 해결 사례 제시, 과학 창의적 문제 해결 과정 모형 제시	2	강의 PPT	반성적 저널
	2-2. 조별로 양초실험을 통해 과학 창의적 문제 해결 과정 경험하기	6	Work sheet	
3. 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육 프로그램 개발 및 발표하기(24시간)	3-1. 강사의 피드백을 받으며 조별로 프로그램의 주제 선정하고 발표하기	4		반성적 저널
	3-2. 조별로 학생들의 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육 프로그램 개발하기	12		반성적 저널
	3-3. 개발한 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육 프로그램 발표하기	8		반성적 저널

라. 개발

교수설계안에 따라 <표 4>와 같이 사전과제를 구상하고, 학습자들에게 필요한 교수·학습 자료(PPT)와 Worksheet를 제작하였다. 모든 자료들은 과학교육전문가 1인, 과학교육 박사과정 1인, 석사과정 1인, 현직교사 4인의 반복적인 검토를 거쳐 개발되었다.

<표 4> 창의성과 창의적 문제 해결력에 대한 사전과제

A4 2쪽 내외로 아래의 문항에 모두 답하세요.
① 창의성이란 무엇이라고 생각하는가?
② 창의적 문제 해결이란 무엇이라고 생각하는가?
③ 일상생활에서 보거나 경험한 창의적 문제 해결 사례를 1~2개 제시하십시오.
④ 학생들의 창의적 문제 해결력을 신장시켜 주어야 할 필요가 있다고 생각하는가?
⑤ 학생들의 창의적 문제 해결력을 신장시킬 수 있는 교육적 방안을 구체적인 예를 들어 설명하십시오.

교수설계안인 <표 3>의 ‘교수·학습 활동 1-2’ 활동에서 강의를 위한 자료에는 창의성과 창의적 문제 해결에 대한 다양한 관점들을 소개하는 내용이, ‘교수·학습 활동 2-1’ 강의를 위한 자료에는 이상희(2012)의 연구 중 Lawson(2001)의 사고 모델을 통해 설명한 아르키메데스의 문제 해결 과정을 정리한 내용과 Lawson(2001)의 사고 모델에 ‘토론’을 추가한 과학 창의적 문제 해결 과정의 모형인 [그림 1]이 포함되어 있다. ‘교수·학습 활동 2-2’의 Worksheet는 실험 준비물과 실험 방법 제시, 실험 예측, 실험 결과, 결론 및 토의를 기록할 수 있도록 안내하는 문항 및 기록 공간으로 구성되었다.

마. 실행(Implementation)

10일간의 연수 일정에 맞추어 첫날 오리엔테이션을 제외하고 매일 4시간씩 총 36시간동안 프로그램을 진행하였다. 연수 프로그램 구성의 세부 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5> 연수 프로그램의 구성

교수· 학습 활동	주	날짜	프로그램 내용	비고
1. 개념 명료화		1/10(화)	오리엔테이션	사전과제 제출, 설문지
	1주 차	1/11(수)	창의성과 과학 창의적 문제 해결력에 대한 강의 및 토론	반성적 저널1
2. 학습 및 경험		1/12(목)	사고 과정 모델을 통한 아르키메데스의 문제 해결 사례와 과학 창의적 문제 해결 과정 모형 제시, 조별 양초실험	반성적 저널2
		1/13(금)	조별 양초실험의 추가실험 및 결과 공유	
		1/17(화)	조별 주제 선정과 주제 선정 이유 발표 및 논의	반성적 저널3
3. 개발 및 발표	2주 차	1/18(수)		
		1/19(목)	조별로 교육 프로그램 개발하기	반성적 저널4
		1/20(금)		
	3주 차	1/25(수)	조별로 개발한 교육 프로그램 발표하기	반성적 저널5, (26일)반응평가 를 위한 설문지
		1/26(목)		

1) 개념 명료화

연수에 참여한 교사들은 사전과제를 통해 창의성과 창의적 문제 해결력에 대한 자신의 생각을 정리해 보았고, 창의성, 창의적 문제 해결력, 과학 창의적 문제 해결력에 대한 토론을 통해 다른 교사들과 생각을 공유하고 개념을 정리하였으며, 강의를 통해 창의성과 관련한 다양한 개념 및 지식을 학습하고 그 정의를 명료화하였다. 강의에서는 창의성을 바라보는 다양한 관점과 창의성에 관한 이론들을 시간적인 흐름에 따라 소개하였고, 창의성과 문제 해결의 연관성을 설명하며 창의적 문제 해결의 의미를 제안하였다.

2) 학습 및 경험

조별 양초실험은 자율적으로 4-5명씩 팀을 이루어 비커에 담긴 고체 상태의 양초의 무게

를 측정하고, 이 양초를 녹인 후 다시 무게를 측정한 뒤, 다시 양초를 굳힌 후 무게를 측정하는 실험이다. 실험 전에 Worksheet에 무게 변화를 예측하고 그 이유를 적도록 하였으며, 실험 후에는 실험 전 예측과 실험 결과를 비교하도록 한 뒤에 차이가 있다면 그 이유는 무엇이 라고 생각하는지 기록하도록 하였다. 해당 실험을 소수점 둘째자리까지 측정할 수 있는 저울로 수행할 경우, 비커에 담긴 양초의 무게가 가열시 줄었다가 식으면 원래대로 돌아오므로 이러한 현상의 관찰을 통해 학습자들은 ‘질량보존의 법칙’으로 설명되지 않는 ‘현상에 의문’을 가지게 되고, 이를 출발점으로 하여 문제 해결 과정을 시작하였다. 개인 수준에서 ‘성공적이지 않은 생각들을 거치며 고민’한 후 나오는 ‘가설들은 조 내에서 토론을 통해 반박되거나 지지를 받아 기각 혹은 수렴’되는 과정을 거쳐 ‘임시 가설이 설정’되고, 이 가설을 증명하기 위하여 ‘실험 수행’과 ‘결론’ 내리기 등의 활동을 진행함으로써 과학 창의적 문제 해결 과정을 학생의 입장 경험을 학습하였다.

### 3) 개발 및 발표

연수에 참여한 교사들은 조별로 주제를 선정하여 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육 프로그램을 개발, 발표하였다. 주제 선정 단계에서는 조 내에서 주제를 논의한 후에 발표하면, 강사와 동료 교사들이 피드백을 주었다. 각 조가 선정한 교육 프로그램의 주제는 <표 6>과 같다.

<표 6> 조별 개발 프로그램의 주제

조	주제
1조	양초 연소 실험 후 집기병 벽면에 생기는 물은 어디에서 오는 것일까?
2조	비행기의 그림자를 본 적 있는가? (해발 10000 m 이상의 고도에 있는 그림자를 볼 수 있을까?)
3조	물에 손대기
4조	포화 소금물에 설탕을 넣으면 어떻게 될까?
5조	양팔저울은 어느 쪽으로 기울까요?
6조	높이가 다른 비커의 물 옮기기
7조	베르누이 장난감의 비밀을 밝혀라!

주제를 선정한 뒤, 각 조는 3일간 조별로 프로그램을 개발하는 시간을 가졌다. 이 시간 동안 교사들은 각 조에서 선정한 주제의 의문을 해결하기 위하여 가설 설정과 가설 검증을 위한 실험을 반복적으로 수행하였다. 또한 개발한 프로그램을 활용하여 수업을 진행할 때 나올 수 있는 다양한 가설들을 예상하여 이러한 가설들을 지지하거나 반박할 수 있는 실험이나 자료를 준비하였다. 프로그램의 발표는 이틀에 걸쳐 간단한 모의수업 형태로 진행되었다.

### 바. 반응평가

반응평가를 알아보기 위하여 개발한 설문 내용 및 형태는 <표 7>에 제시하였다.

<표 7> 반응평가를 알아보기 위한 설문지

평가 범주	설문 내용	답변 형태
프로그램 내용, 교수·학습활동	본 연수에서 도움이 되는 부분이 있는가	리커트
	-있다면, 도움이 되는 부분	서술
	본 연수에서 불필요하다고 생각하는 부분이 있는가	리커트
	-있다면, 불필요하다고 생각하는 부분	서술
	본 연수가 기존의 창의성, 창의적 문제 해결 관련 연수와 차이점이 있다고 생각하는가	리커트
전이에 대한 기대	-그 이유는?	서술
	본 연수를 통해 학습한 내용을 교육 현장에 적용할 생각이 있는가	리커트
프로그램 개선을 위한 건의사항	-그 이유는?	서술
	연수 프로그램의 수정 및 보완해야 할 점	서술

### 3. 연구 대상

교사 연수 프로그램 개발 중 실행 단계에 참여한 교사들은 충북 소재의 H대학교 교육대학원에 재학 중인 현직 교사들로서, 본 연수 프로그램을 실행하고 평가하기 위하여 개설한 계절학기 강좌에 수강신청을 한 교사들이다. 대학원 진학은 교원 연수 유형 중 개인중심 연수(자율연수)에 해당하고(정일환, 1998), 교원 연수의 광의의 개념이 ‘교직생활 전 기간 중에 다양한 형태로 제공되는 모든 교육·훈련’이며(Webb & Norton, 1999; 정일환, 2002), 본 연구의 프로그램이 기관중심이나 학교중심 연수에서도 활용될 수 있으므로 ‘교사 연수 프로그램’으로 명명하였다. 본 교사 연수 프로그램에 참여한 33명의 교사들은 모두 초등과학교육 석사과정인 현직교사로서 남교사는 12명, 여교사는 21명이다. 교직 경력은 3~7년 경력자가 82%로 고경력자가 많지 않았으며, 평균 교직 경력은 6.5년이였다. 이를 <표 8>에 제시하였다.

<표 8> 연수에 참여한 교사들의 배경 명(%)

성별			교직 경력						
남	여	합계	3년	4년	5년	6년	7년	9년~	합계
12(36)	21(64)	33(100)	4(12)	3(9)	7(21)	10(31)	3(9)	6(18)	33(100)

### 4. 자료 수집 및 분석 방법

선행연구의 고찰을 통해 과학 창의적 문제 해결을 정의하고, 과학 창의적 문제 해결의 요소를 선정하였다. 이에 적합한 Lawson(2001)의 창의적 & 비판적 사고 과정 모델을 발굴하였고 보안을 통해 과학 창의적 문제 해결 과정을 구안하였다.

교사 연수 프로그램을 개발하는 데 있어 각 단계별로 도출되는 아웃풋은 다음 단계의 인풋으로 활용되었고, 아웃풋은 과학교육 전문가 1인과 과학교육 박사과정 1인, 석사과정 1인, 현직교사 4인이 참여한 정기적인 세미나를 통해 지속적으로 논의하여 프로그램의 개발 및

수집된 자료 분석의 타당성을 확보하도록 하였다.

교사 연수 프로그램 개발 중 평가 단계를 위해 실행 단계에서 조별로 수행한 양초실험의 문제 해결 과정을 녹음하고, 형식 및 분량에 제약을 두지 않고 자유롭게 작성하도록 한 일기 형식의 과제인 반성적 저널을 다섯 차례 수집하였다. 면담은 교육 경력, 성별 등을 고려하여 선정한 남교사 3명과 여교사 3명이 자율적으로 3명씩 팀을 구성하였으며, 연수가 진행되는 일정 중 세 차례에 걸쳐 약 15분씩 면담을 진행하였다. 면담 내용은 기본적으로 교육을 통해 배운 점, 생각의 변화가 일어난 부분, 기존의 연수와 다른 점, 교육내용 중 좋거나 아쉬웠던 점 등에 대한 내용으로 구성되었으나, 면담 대상자들 간의 이야기가 자연스럽게 진행될 때에는 흐름을 끊지 않고 듣거나 흐름에 맞추어 추가 질문을 하였다. 평가 단계 중 반응평가를 위한 설문지는 교육·연수 프로그램 반응평가에 관한 연구 및 실제와 관련되는 광범위한 문헌 조사 결과(Lee, 1998; Lee & Pershing, 1999, 2002)에 의해 제시된 11가지의 범주 중 본 연구의 목적에 맞는 평가범주를 선정하여 연수 마지막 날 모든 과정이 종료된 후 실시하였다.

### III. 평가 결과의 분석

#### 1. 1단계-반응평가(만족도)

연수 프로그램 내용과 교수·학습 활동에 대한 교사들의 만족도를 조사한 <표 9>의 결과 응답자 33명 전원이 연수에서 도움이 되는 부분이 있었다고 긍정적으로 답하였고, 연수에서 불필요하다고 생각하는 부분이 있는가를 묻는 문항에는 30명(91%)이 없거나 전혀 없었다고 답하는 등 연수 내용에 대해 높은 만족도를 보였다.

<표 9> 연수 프로그램 내용 구성의 만족도

● 본 연수에서 도움이 되는 부분이 있었는가					명(%)
전혀 없었다	없었다	있었다	많이 있었다	합계	
0(0)	0(0)	8(24)	25(76)	33(100)	
● 본 연수에서 불필요하다고 생각하는 부분이 있었는가					명(%)
전혀 없었다	없었다	있었다	많이 있었다	합계	
14(42)	16(49)	3(9)	0(0)	33(100)	

연수를 통해 학습한 내용을 교육 현장에 적용할 생각이 있는가를 묻는 문항을 정리한 <표 10>에서는 2명을 제외한 31명(94%)이 모두 긍정적으로 응답하였다. 그 이유로는 학생들의 창의성, 과학 창의적 문제해결력 신장에 도움이 될 것 같다는 응답이 17(49%)개로 가장 많았다. 본 연구에서 과학 창의적 문제해결력의 구성 요소로 선정한 발산적 사고(다양한 사고), 연관적 사고(지식의 틀 변경), 탐구적 사고(탐구에 활용)에 대한 응답까지 고려하면 35개 중 29개(83%)의 응답이 연수 프로그램의 목적과 관련된 내용이었다. 학습자들이 연수 프로그램

<표 10> 연수에서 학습한 바를 교육 현장에 적용할지 여부에 대한 응답

• 본 연수를 통해 학습한 내용을 교육 현장에 적용할 생각이 있는가				명(%)
전혀 없다	없다	있다	많이 있다	합계
0(0)	2(6)	15(45)	16(49)	33(100)
• 적용할 생각이 (많이) 있다고 답한 이유				(N=35)
이유			응답 수	
창의성, 과학 창의적 문제 해결력 신장			17(49%)	
(자유)탐구에 활용			6(17%)	
(다양한) 사고 과정 경험			5(14%)	
영재 교육에 활용			5(14%)	
기타			2(6%)	

의 목적을 인지하고 있으며, 그 내용에 대해 만족하고 있음을 알 수 있었다.

참가자들의 만족도가 높으면 학습 목표의 성취와 학습한 바를 현업으로 전이하는 데 긍정적인 영향을 미치고(Kaufman & Keller, 1994; 노인택, 2009; 주영주 외, 2009), 교육 현장에 적용하고자 하는 의지를 묻는 문항에 대한 응답도 긍정적이었으므로 교사들이 연수 프로그램에 대한 만족도가 높았다고 평가할 수 있다.

연수 프로그램의 내용 구성과 연수 프로그램의 수정 및 보완점에 대한 문항의 응답을 통해서 연수 프로그램의 개선 방향을 모색해 보았다. 연수 프로그램의 내용 구성에 대한 문항을 정리한 <표 11>을 살펴보면, 연수에 참여한 33명의 교사 중 본 연수에서 불필요한 부분이 있었다고 답한 교사는 3명(9%)이었고, 이중 2명은 ‘조별 발표’를, 1명은 ‘사전과제’를 불필요한 과정이라 생각한다고 응답하였다. 그러나 중복 응답을 허용한 도움이 되었던 부분을 묻는 문항에서 154개의 응답 중 ‘조별 발표’는 73개(48%), ‘사전과제’는 22개(14%)의 응답을 받았으므로 3명의 의견으로 해당 내용을 프로그램에서 불필요한 부분이라고 생각할 수는 없다.

앞으로 보다 효과적인 교육을 위해 수정, 보완할 점을 적어달라는 문항에 대한 응답을 정

<표 11> 연수 프로그램의 내용 구성에 대한 응답

• 본 연수에서 불필요하다고 생각하는 부분과 이유		(N=3)
불필요하다고 생각한 부분	응답 수	불필요하다고 생각한 이유
조별 발표	2 (67%)	교육 받은 주제(물, 부력)에 한정되어 발표를 준비하게 됨, 자신이 구안할 수 있는 자료 안에서 재구성되어 창의성 있는 발표라 보기 힘들
사전과제	1 (33%)	교육과정과 잘 매치되지 않는 듯

• 본 연수에서 도움이 되었던 부분과 그 이유 (N=154)

도움이 되었던 부분	응답 수	도움이 되었다고 생각한 이유
조별 발표	73 (48%)	조원들이 프로그램을 짜고 함께 합의하는 과정에서 많은 아이디어를 얻을 수 있었고, 문제해결 과정에 대한 학습 방법을 학습자의 입장에서 경험해 봄으로써 학교 현장에서의 적용점을 구체적으로 도전받고 생각해 볼 수 있었으며, 다른 조의 여러 생각을 접해보므로써 과학적 개념과 창의적 사고 과정을 쉽게 획득할 수 있었음
실제 과학자들의 창의적 문제 해결 사례 제시와 양초실험	40 (26%)	기존의 고정관념을 깨는 탐구과정의 필요성과 원리가 신선했고, 창의적 문제해결 과정을 배울 수 있었음
사전과제	22 (14%)	창의성과 창의적 문제해결력에 대해 미리 생각해 보고, 그 가치를 점검해 볼 수 있었음
창의성 및 창의적 문제해결에 관한 강의 및 토론	19 (12%)	다른 사람과 토의를 통해 창의성과 창의적 문제해결에 대한 새로운 관점을 알고 개념이 확립되었음

리한 <표 12>에서는 실제 과학자들의 창의적 문제 해결 예시가 더 다양하고 많았으면 한다는 응답이 22개 중 7개(32%)로 가장 많았다. 본 연수에서 도움이 되었던 부분을 묻는 문항에서 실제 과학자들의 과학 창의적 문제해결 과정 예시가 도움이 되었다는 응답이 154개 중 40개(26%)로서 만족도가 높은 편이었고, 예시를 제공하는 것이 그 자체만으로 과학사적으로 흥미를 유발하며 교육 프로그램을 개발할 때 도움이 된다는 추가 설명 등을 고려해 볼 때 실제 과학자들의 창의적 문제 해결의 예시를 추가로 제시하는 것을 고려해 볼 수 있겠다.

<표 12> 연수 프로그램의 수정 및 보완점에 대한 응답

• 본 연수에서 수정 및 보완할 점 (N=22)

수정 및 보완할 점	응답 수
실제 과학자들의 과학 창의적 문제 해결 과정 예시가 더 다양하고 많았으면 함	9(41%)
교사들의 기본 지식이 더 많이 필요함	4(18%)
매뉴얼을 개발하여 활용할 정보를 많이 공유했으면 함(사례집)	2(9%)
조별 발표를 하루에 1~2조만 했으면 함	2(9%)
기타 (실험할 수 있는 좀 더 좋은 물리적 환경 필요, 본 연수와 관련된 선행연구 논문 등 찾아보는 것을 선행과제로 제시 등)	5(23%)

2. 2단계-학습평가(성취도)

가. 학습목표 1: 과학 창의적 문제 해결력에 대해 인지할 수 있다.

반성적 저널과 면담을 통해 학습목표 1의 달성을 확인할 수 있었다. 반성적 저널에 적어야 할 내용이나 형식을 제시하지 않았음에도 불구하고 연수에 참여한 교사 33명 전원이 창

의성과 과학 창의적 문제 해결의 개념을 정리한 내용을 반성적 저널에 기록하여 첫 번째 학습목표가 달성되었음을 알 수 있다.

학생들이 지식을 습득하는 방법과 지식과 지식간의 관계를 찾아내고 이를 통해 비판적 사고를 할 수 있도록 지도할 수 있어야 한다. 이러한 부분들이 서로 다른 분야의 지식들을 의미미하게 받아들여 새로운 생각을 만들어낼 수 있는 창의성의 기초가 될 수 있다고 생각한다.

(교사33의 반성적 저널에서 발췌)

가장 기본이 되는 개념의 이해, 관련된 개념 및 지식 사이의 관계 지음을 생각하는 사고 과정, 그리고 그러한 과정의 반복에서 계속되는 학습과 사고의 기회를 통한 통찰, 이러한 것을 통해 창의성이 길러지고 발휘된다고 생각한다.

(교사8의 반성적 저널에서 발췌)

교육현장에서 창의성을 신장시킨다는 것은 학생들에게 기존의 앎을 의미있게 연결함으로써(사고과정) 다양한 문제를 해결하는 방법을 찾을 수 있는 능력을 키워주는 것이라고 할 수 있겠다.

(교사17의 반성적 저널에서 발췌)

면담에서도 창의성과 과학 창의적 문제 해결에 대한 개념을 인지한 내용을 찾아볼 수 있었다.

내가 창의성에 대해 개념을 알고 있다고 생각했던 것이 사실 제가 입 밖으로 낼 수 없는, 그냥 제 마음대로의 산발한 생각이었던 거죠. 그런데 오늘 좀 정리가 다시 됐어요. 저도 발표를 하면서 ‘아, 내가 이렇게 생각하고 있었던 거였구나.’ 말하면서 느끼게 된 것도 있고, 또 들으면서 느끼게 된 것도 있고. 정리됐다는 것은 정말 인정할 만한 것 같아요.

(교사25와의 면담 중)

사전과제가 있었고 강의에서 정리가 있어서 나름 정리가 잘 됐던 것 같아요. 왜냐하면 사실 막연하게 창의성에 대해선 알고 있는데 구체적으로 잘 모르고 정리가 잘 안 되어 있었는데. 그런 면에서 봤을 때는 괜찮았던 것 같아요. 사전과제하고 창의성 강의랑 서로 얘기 했던 내용은.

(교사21과의 면담 중)

나. 학습목표 2: 경험을 통해 과학 창의적 문제 해결 과정을 학습할 수 있다.

두 번째 학습목표의 달성여부를 확인하기 위해 실행단계에서 녹음한 조별 양초실험 중 이루어지는 문제 해결 과정을 과학 창의적 문제 해결력의 요소별로 분석하여 <표 13>에 정리하였다. <표 13>에서 연관적 사고의 ‘P’는 ‘Plane’의 약자로서 한 가지 영역의 지식의 판을 의미한다.

<표 13>에서 보듯이 연수에 참여한 교사들은 각각의 지식의 판에서 다양한 가설들을 생각해 내는 과정에서 발산적 사고를 하였으며, 관계없이 보였던 영역을 떠올리거나 연결하여



<표 13> 조별 양초실험 중 경험한 과학 창의적 문제 해결력의 요소

조	연관적 사고		토론		수렴적 사고	탐구적 사고	
			(횟수)	반박 지지			
1	(P1: 양초) -비커 안에서 양초와 공기 간의 기체 교류 -분자 운동과 질량과의 관계로 인함	(P2: 비커의 유리) -비커 유리 입자 중 공기에 함유된 것과 같은 성분의 기체가 빠져 나갔다가 돌아옴	2	3	비커 유리 입자 중 공기에 함유된 것과 같은 성분의 기체가 빠져 나갔다가 돌아옴	양초를 넣지 않은 빈 비커를 가열하여 비커의 유리 성분이 변인인지 알아봄	
2	(P1: 양초) -밀폐가 잘 되지 않아 양초 기체가 빠져 나감 -기체 양초의 성분 중 공기에 함유된 것과 같은 성분의 기체가 빠져 나갔다가 돌아옴	(P2: 공기) -외부 수증기가 비커에 달라붙음 -부력	2	4	온도 변화로 인한 부력	온도 변화로 인한 부력이 원인이라면 비커 주변의 공기들이 모두 따뜻해 질 것이므로 밀폐 여부와 상관없음. 따라서 밀폐하지 않은 빈 비커를 가열하여 부력이 변인인지 알아봄	
3	(P1: 양초) -양초 상태 변화에 따른 질량 변화 -양초가 기체가 되어 날아감	(P2: 기체의 열에너지) -기체가 가열되면 열 에너지를 갖고 위로 올라가려는 힘이 생김 -아인슈타인의 상대성 이론에 의하면, 반응열의 출입에 따른 반응계의 에너지 증감에 의한 질량 변화	(P3: 공기) -부력	1	2	반응열의 출입에 따른 반응계의 에너지 증감에 의한 질량 변화	-
4	발산적 사고 (P1: 공기) -기체 상태의 양초와 섞인 공기의 무게 변화 -부력	(P2: 양초) -양초 상태 변화에 따른 질량 변화 -기체 상태의 양초가 공기보다 가벼워 비커를 밀폐한 랩 쪽에 머물러 위로 나가려는 힘		2	1	기체 양초의 특성으로 인한 변화 때문에 질량 변화가 나타남	양초의 특성 때문인지 알아보기 위해 다른 물질인 초콜릿을 가열하여 같은 무게변화 현상이 일어나는지 알아봄
5	(P1: 양초) -양초 상태 변화에 따른 밀도 변화 -양초가 기체가 되어 날아감 -기체 양초가 공기보다 무거워 안 날아가고 있다가 다시 고체로 돌아감 -양초만의 특수한 성질 -양초가 액체가 되면서 공기와 연소 반응이 생겨 질량 변화가 생기고, 다시 고체가 되는 것은 처음 양초 고체가 아닌 다른 물질 -양초의 연소 반응이 일어나면서 이산화탄소와 수증기가 생기고 그것이 다시 환원됨	(P2: 에너지) -아인슈타인의 상대성 이론에 의하면, 에너지가 변할 때 질량에 약간의 영향을 줌		3	8	양초가 기체가 되어 날아감	양초가 기체가 되어 날아간 것은 아닌지 확인하기 위해 랩을 벗긴 상태에서 가열하고 무게 변화를 측정함
6	(P1: 양초) -양초가 기체가 되어 날아감 -기화된 양초와 같은 성분이 공기에 포함되어 있어 영향을 줌	(P2: 비커) -온도가 높아서 비커 자체가 팽창	(P3: 무게 측정) -저울이 공중에 뜬 부분의 무게를 측정하지 못함	4	5	저울이 공중에 뜬 부분의 무게를 측정하지 못함	공중에 떠 있는 부분들이 변인이므로 이를 최대한 줄이기 위해 양초를 비커에 가득 채워 공기의 양을 줄여 무게 변화를 측정함

조	연관적 사고	토론 (횟수) 반박 지지		수렴적 사고	탐구적 사고	
7	발산적 사고 (P1: 양초) -양초가 액체로 변하면서 공기 하고 합쳐서 변화가 나타남 -온도 변화에 따른 무게의 변화	(P2: 랩) -랩은 밀봉부분이 약 해서 공기 출입이 이 루어짐	0	2	랩의 밀봉부분이 약해서 공기 출입 이 이루어짐	공기의 출입을 막기 위해 비닐랩 대신 파라필름을 여러겹 사용함

문제 해결 방안을 찾는 과정에서 연관적 사고를 하였고, 다양한 가설이 나오는 중에 토론을 통하여 하나의 가설로 수렴하며 토론과 수렴적 사고를 하고, 그 후에 가설을 검증하기 위한 실험을 수행하며 탐구적 사고를 경험하였다.

1조의 경우에는 고체 양초를 가열하면 질량이 줄어들고, 다시 액체 양초를 고체로 굳히면 질량이 증가하는 현상을 설명하기 위하여 양초의 특성이라는 사고의 판(P1)을 사용하였다. 즉 비커 안의 양초와 공기 간의 기체가 교류하여 질량이 줄어들었다고 설명하였으며, 이를 통해 분자 운동과 질량 변화를 연결지어 사고하였다. 그러나 이러한 설명에 대한 반박을 받고 새로운 사고의 판(P2)으로 비커의 유리를 도입하였다. 즉 비커 유리 입자 중에 공기에 함유된 것과 같은 성분의 기체가 빠져나가 전체 비커의 질량이 줄어드는 것이라고 설명하였다. 이러한 연관적인 두 사고판에 대한 반박 2회와 지지 3회의 과정을 거친 후에 최종적으로는 두 번째 사고의 판(P2)을 토론에 참여한 조원들이 받아들이는 수렴적 사고를 거쳤다. 그리고 이 사고의 타당성을 검증하기 위하여 양초를 넣지 않은 빈 비커를 가열하여 비커의 유리 성분이 빠져나간 것인지, 아니면 양초가 원인인지 알아보기 위한 실험을 고안하여 탐구적 사고를 거쳤다. 이를 통해 빈 비커만 가열하여도 전체 질량이 줄어드는 현상을 관찰하고, 질량의 감소는 양초 때문이 아니라 비커의 유리 성분이 빠져나간 것으로 결론지었다.

3조를 제외한 나머지 여섯 조들은 1조와 유사한 과정으로 과학 창의적 문제 해결력의 요소를 모두 경험하였다. 그러나 3조의 경우 연관적 사고의 두 번째 판(P2)에서 나온 아인슈타인의 질량과 에너지 호환 관계 이론을 근거로 탐구적 사고를 거치지 않고 반응열의 출입에 따른 반응계의 에너지 증감에 의해 질량이 변화한 것이라는 결론에 도달하였다. 따라서 ‘아인슈타인’이라는 과학자의 권위에 의존하여 결론을 냈기에 ‘탐구적 사고 과정’이 드러나지 않았으므로 과학 창의적 문제 해결 과정을 온전하게 학습하였다고 말하기 어렵다. 그러나 각 조가 실험 결과와 가설을 발표한 뒤 작성한 반성적 저널에서 나타난 3조 조원들의 반성적 사고를 통해 탐구적 사고를 위한 실험을 직접 실천하지 못하였지만, 그에 따른 문제점을 토론 과정에서 인지하게 되었다.

우리가 했던 대부분의 생각들을 다른 모둠에서도 했지만, 다른 모둠과 우리 모둠에는 큰 차이가 있었다. 우리는 생각만으로 끝냈고 이론적인 내용들을 토론하는 데 시간을 보낸 반면, 다른 모둠은 그 생각을 확인하기 위해 한 가지라도 더 실험을 했다는 것이다.

(3조 조원인 교사 34의 반성적 저널에서 발췌)

이번 실험을 해 보면서 반성한 점은 (중략) 실험 과정에서 일어날 수 있는 여러 가지 다양한 변수들을 염두에 두고, 그것을 직접 해 볼 수 있는 실천력이 부족했다는 점이다. ‘주어진 실험만 해결했으면 됐지, 우리가 해석하기 나름이지’ 등의 안일한 생각과 태도는 과학을 가르치는 교사로서 바람직하지 못했던 것 같다. 다른 모둠원들의 실험 수정 과정과 그 안에서 반성적인 사고 내용을 들으면서 참 많이 부끄러웠다. 나는 왜 그렇게 하지 못했던 것인가?

(3조 조원인 교사17의 반성적 저널에서 발췌)

이와 같이 연수에 참여한 교사들은 ‘과학 창의적 문제 해결 과정’ 혹은 ‘과학 창의적 문제 해결력 요소’를 명시적으로 안내받지 않았음에도 불구하고, 대부분의 교사들이 과학 창의적 문제 해결력의 요소인 ‘발산적 사고, 수렴적 사고, 연관적 사고, 토론, 탐구적 사고’를 경험하였다. 이는 교사들이 ‘과학 창의적 문제 해결 과정’에 대해 인지하고 있음을 의미한다. 반성적 저널을 통하여 교사들이 경험을 통해 과학 창의적 문제 해결 과정을 이해하였다는 것을 다시 한 번 확인할 수 있었다.

창의적 문제 해결 과정이 무엇인지를 사례를 통해 접근함으로써 그 개념이 보다 명확해졌고, 그 과정에서 끊임없는 지식 탐구와 고민의 시간이 필요함을 알게 되어, 학교 현장에서도 학생들에게 충분한 시간을 허용함으로써 이러한 창의적 문제 해결의 경험을 가질 수 있도록 해야겠다는 생각이 들었다.

(교사17의 반성적 저널에서 발췌)

아르키메데스와 마찬가지로의 경험을 모둠 선생님들과 양초실험을 하면서 접할 수 있었다. (중략) 이러한 문제에 부딪혔을 때 그 해결책을 찾기 위해 고군분투하는 그 과정이 문제 해결 과정이구나 하는 생각이 들었다.

(교사18의 반성적 저널에서 발췌)

다. 학습목표 3: 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육프로그램을 개발할 수 있다.

실제로 학생들을 교육할 때는 학생들의 수준이나 환경 등 여러 요인에 따라 학생들이 설정하는 가설이 다를 것이고, 가설에 따라 토론의 주제와 검증하는 절차가 달라질 것이다. 따라서 학교 현장에 활용하기 위해서는 과학 창의적 문제 해결 과정의 출발점인 주제를 발굴하여 프로그램을 개발하는 것이 필요하다. 더불어 연수에 참여한 교사들은 학습자가 제시할 가설들을 미리 예상하고 그 가설들을 지지하거나 반박할 수 있는 자료들을 준비하였다. 학습자가 제시할 가설들을 미리 예상하여 자료를 준비하면, 수업 중 학생들의 생각이 한정된 곳에서 벗어나지 못할 때나 토론이 더 이상 진척되지 않을 때, 적절한 교사의 개입으로 학생들의 사고와 토론을 활성화시킬 수 있다. 모의 수업 형식의 발표를 통해 교사들은 학생들이 제시하는 가설과 근거를 공유하고 토론을 통해 수렴시키는 연습을 하고 참관하였다.

세 번째 학습 목표인 ‘과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육 프로그램의 개발’은 교육 프로그램을 개발하여 학교 현장에서 교육을 실시할 수 있는 능력을 길러주는 것을 궁극적인 목적으로 삼고 있는데, 일곱 개 조 모두가 <표 5>에 제시한 주제를 발굴하였고, 가설을

미리 예상하여 자료를 준비하였으며, 학생들이 탐구하고 토론할 수 있도록 안내하는 발표 과정을 수행하였으므로 학습목표가 달성되었다고 볼 수 있다.

### 3. 3단계-행동평가(학습 전이)

연수 프로그램에 참여한 교사들이 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교육을 실시하고자 하는 태도를 가지고 실제로 수행하는지 평가하기 위해, 자발적으로 참여 의사를 밝힌 교사 4인의 수업 및 발표회를 <표 14>와 같이 참관하고 면담을 진행하였다.

<표 14> 행동평가를 위해 참관한 교사 4인의 수업 대상, 수업 주제 및 참관일

교사	수업 대상	수업 주제	참관일
J교사	우주소녀단 21명 (4학년 11명, 5학년 6명, 6학년 4명)	꽃가루 관찰을 바탕으로 분류의 과정 알기	5/26(토)
D교사	학교 단위 영재반 20명 (5학년 10명, 6학년 10명)	같은 용기 안의 양초의 길이에 따른 연소 시간 및 소화 순서의 상관관계 탐구하기	6/27(수)
W교사	담임 학급 17명 (5학년)	세제를 묻힌 성냥개비와 묻히지 않은 성냥개비를 물에 띄워 관찰한 뒤, 현상의 원인을 탐구하고 토론하기	6/21(목)
Y교사	담임 학급 25명 (5학년)	학생들이 약 5개월 동안 과학 창의적 문제 해결 과정을 통해 세운 가설 및 수행한 실험, 사고의 변화 등을 발표함	7/24(화)

J교사는 학생들이 과학 창의적 문제 해결 과정을 경험하기 위해서는 기초적인 탐구 능력과 토론할 수 있는 능력이 갖추어져 있어야 한다고 생각하고 있었다. 이전 수업에서는 관찰하는 방법에 대한 학습을 하였고, 참관한 수업에서는 관찰을 통해 꽃가루의 분류 기준을 세워 보고 분류 기준의 적합성에 대해 토론하는 수업을 진행하였다. 분류 기준을 세우는 것은 정해진 답으로 수렴하지 않아 학생들이 학업이 우수한 학생의 의견을 무조건적으로 수용하기보다는 다양한 생각을 하여 토론에 적극적으로 참여할 수 있도록 선정한 주제이다. 본격적인 과학 창의적 문제 해결 과정을 경험하기 이전에 필요한 사전 훈련의 과정으로 볼 수 있고, 과학 창의적 문제 해결 과정 중에서는 발산적 사고를 통한 다양한 해결 방안 모색과 토론을 통한 수렴 과정을 적용하고 있는 것으로 볼 수 있다. J교사는 수업의 주제로 선택한 꽃가루의 분류는 다른 과학 관련 연수에서 배웠던 내용을 활용한 것이라고 이야기하였는데, 이는 교사들이 이미 알고 있거나 다른 곳에서 배운 주제를 본 연수의 과학 창의적 문제 해결 과정에 융합하여 활용할 수 있음을 의미한다. 연수를 통해 개발한 프로그램뿐만 아니라 다양한 주제들로 얼마든지 확대, 재생산하여 학생들을 교육할 수 있음을 보여주는 것이다.

D교사는 길이가 다른 두 개의 양초를 하나의 용기에 넣고 연소시켰을 때 어떤 양초가 먼저 꺼질지 예상을 해 본 뒤, 현상을 관찰하고 그 원인을 알아내는 수업을 진행하였다. 주제는 초등학교 6학년 과학교과서의 ‘연소와 소화’ 단원을 응용하여 본 연수의 과학 창의적 문제 해결 과정을 활용하였다. 학생들은 길이가 긴 양초의 불이 먼저 꺼지는 현상을 관찰한

후, 원인에 대한 가설을 세운 뒤에 같은 가설을 세운 사람끼리 모여 다른 가설을 지지하는 집단과 토론을 통해 수렴하는 과정을 거쳤다. D교사는 면담에서 학생들이 자신의 가설을 검증하기 위한 실험을 설계하고 수행하는 것까지 하고 싶으나 그것은 학생들이 굉장히 어려워 하므로 힘들다고 이야기 하였다. 대신에 D교사는 학생들이 세웠던 가설에 의문을 제기하게 만드는 또 다른 실험을 교사가 제안해 주는 수준에서 수업을 진행하고 있었다. 참관한 수업에서는 학생들이 토론을 통해 자신이 세우거나 선택한 가설을 지지하는 활동에서 마무리가 되었으나, 다음 차시에 학생들이 세운 가설과 관련된 실험이 예정되어 있었다. 학생들이 실험 설계를 직접 하지는 않지만 교사의 도움으로 실험을 통해 가설을 검증하는 단계를 경험하는 것이다. D교사는 학생들이 과학 창의적 문제 해결 과정을 경험할 수 있도록 검증을 위한 실험 설계에 도움을 주는 방식으로 연수 프로그램에서 학습한 내용을 교육 현장에 적용하고 있었다. 이는 본 연수에서 학습한 내용을 응용하여 학생들의 수준에 맞게 재구조화하는 능력이 함양되었음을 의미한다.

W교사는 세제를 묻힌 성냥개비와 세제를 묻히지 않은 성냥개비를 물에 띄웠을 때 결과를 예상한 뒤, 실험을 통해 현상을 관찰하고 그 원인을 알아내는 수업을 진행하였다. 세제를 묻히지 않은 성냥개비는 물 위에서 움직임이 없지만, 세제를 묻힌 성냥개비는 물 위에 놓았을 때 움직임이 있는 원인에 대해 조별로 토론하며 가설을 설정하였고 각 조의 가설을 공유한 뒤에 가설을 검증하기 위한 실험을 설계하고 수행하였다. 그 후에 다시 조별로 세운 가설과 그 근거를 발표하고, 토론을 통해 가설을 수렴하는 과정을 거쳤다. W교사는 연수 프로그램에서 학습한 과학 창의적 문제 해결 과정을 그대로 학생들에게 적용하고 있었다.

Y교사는 사이버 학습과 연계하여 3월부터 7월까지 약 5개월 간 자신의 반 학생들을 대상으로 장기간 프로젝트를 진행하였다. 사이버 학습을 통해 학생들에게 창의성의 의미와 창의성은 길러질 수 있다는 것을 알려주었고, 과학자의 창의적 문제 해결 예시로 아르키메데스의 왕관 문제 해결 과정을 설명하였다. 조별 활동 이전에 한 가지 주제로 다 같이 과학 창의적 문제 해결 과정을 경험해 보았으며, 조별로 주제를 선택하여 온라인과 오프라인에서 토론을 통해 가설을 설정하고 실험을 설계, 수행하였다. 이 때, 주제는 연수에서 교사들이 개발했던 프로그램 중 3, 5, 6조의 주제를 학생들에게 안내하고 조별로 선택하도록 하였다. 조별로 실험을 수행한 뒤에는 연수 프로그램의 ‘반성적 저널’에 해당하는 ‘과학 일기’를 온라인으로 기록하도록 하였고, 프로젝트가 종료되었을 때 각 조가 수행한 실험들과 그에 따른 가설의 변경 과정, 학생들의 사고와 태도의 변화가 드러나도록 보고서 및 발표 PPT를 제작하여 발표회 때 발표하도록 하였다. Y교사는 연수 프로그램에서 학습한 과학 창의적 문제 해결 과정뿐만 아니라, 연수에서 Y교사가 경험하고 학습한 내용 및 과제 등 그 흐름까지 그대로 학생들에게 적용하는 모습을 보였다.

교사 4인은 연수 프로그램에서 학습한 과학 창의적 문제 해결 과정 중 일부분을 활용하기도 하고, 과학 창의적 문제 해결 과정뿐만 아니라 창의성 개념 정립, 아르키메데스의 과학 창의적 문제 해결 사례 제시, 반성적 저널 과제 등 연수 프로그램의 흐름까지 그대로 적용하기도 하였다. 이는 연수에서 학습한 바를 재구성하여 활용할 수 있는 능력이 교사들에게 함

양되었음을 의미한다.

행동평가에 참여한 교사 4인 모두 앞으로도 연수 프로그램에서 학습한 내용을 교육 현장에 활용하겠다는 의지를 보였다. 어느 수준까지 적용할 생각이 있느냐는 질문에 J교사는 앞으로도 지금 하고 있는 수준 혹은 좀 더 심화된 정도까지 할 수 있다고 대답하였고, D교사는 학생들이 과학 창의적 문제 해결 과정에 필요한 기초적인 훈련이 되고 그 과정이 익숙해지면 가설을 검증하기 위한 실험을 설계하고 수행하는 수준까지 진행할 예정이라고 답하였다. W교사는 시간만 허락된다면 과학 창의적 문제 해결 과정 전체를 적용하고 싶으며 발명반이나 과학교실을 운영하게 될 경우 활용하고 싶다고 이야기하였고, 장기간의 프로젝트를 진행한 Y교사 역시 내년에도 이러한 프로젝트를 학생들에게 적용해 보고 싶다는 의사를 밝혔다. 교사에 따라 적용하고자 하는 정도의 차이는 있었지만, 4인의 교사 모두 연수에서 학습한 내용을 현재 적용하고 있는 수준 이상으로 앞으로도 계속 적용하겠다고 응답하였음을 알 수 있었다.

행동평가의 대상으로 삼은 교사는 네 명이 불과하지만, 교사들은 각각 우주소년단, 영재반, 담임을 맡은 학급에서 짧게는 한 시간 반에서 길게는 세 시간 반까지 수업을 하거나 한 학기 동안의 프로젝트 형식으로 장기간 운영을 통해 연수에서 학습한 내용을 교육 현장에 적용하는 모습을 보였다. 이와 같이 각기 다른 조건과 환경에 있는 네 명의 교사가 연수에서 학습한 내용을 적용하는 모습을 통해 교육 현장으로의 적용을 결정하는 중요한 요인은 교사의 의지임을 알 수 있었다. 반응평가 결과, 프로그램에 대한 교사들의 인식이 좋았고 교육 현장에 적용하고자 하는 의지도 높았으므로 연수 프로그램의 교육 현장 적용도가 긍정적인 것으로 예상할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

선행연구 고찰을 통해 과학 창의적 문제 해결의 요소를 ‘수렴적 사고, 발산적 사고, 연관적 사고, 토론, 탐구적 사고’로 정의하고, 오인경과 최정임(2005)의 교수체계개발(ISD)단계에 따라 ‘요구분석-업무과제분석-설계-개발-실행-평가’의 절차를 거쳐 학생들의 과학 창의적 문제 해결력 신장을 위한 교사 연수 프로그램을 개발하였고, Kirkpatrick의 4단계 평가모델 중 개인차원인 3단계까지를 활용하여 연수 프로그램에 대한 평가를 실시하였다.

본 교사 연수 프로그램은 ‘교수 전략과 교수·학습 방법에 대한 학습, 실습 등의 경험, 토론을 통한 지식과 경험의 공유, 자료 개발’과 같은 교사 연수 프로그램에 대한 교사들의 요구를 반영하여 개발하였고, 교사들이 개발한 교육 프로그램 역시 교육 현장에 적용할 수 있도록 개발하였다. 교사들이 연수를 통해 학습한 바를 활용할 수 있는 능력을 획득해야만 교육 현장의 변화를 가져올 수 있으므로, 프로그램의 개발 단계부터 교사들에게 부족한 바와 그들이 원하는 바를 반영함으로써 교사들의 실천 능력과 태도를 함양하는 것이 중요하다고 보았다.

선행연구를 통해 교사들의 인식 및 관련 연수에 대한 요구를 조사하여 ‘과학 창의적 문제

해결력 신장을 위한 교육을 실시할 수 있는 능력을 기를 수 있다'를 교사 연수 프로그램의 교육목적으로 설정하여 학습목표와 학습내용을 설정하고, 이를 바탕으로 교수설계안을 작성하였다. 교수설계안에 따라 필요한 자료들을 제작한 뒤, 연수 일정에 맞게 교수설계안을 바탕으로 연수 프로그램을 구성하여 초등과학교육 석사과정 중에 있는 초등교사 33명을 대상으로 총 10일간 교사 연수를 실시하였다.

연수 프로그램을 평가한 결과, 학습목표의 달성과 교육 현장의 참관을 통해 과학 창의적 문제 해결력 교육을 위한 교사의 인식이 함양되었음을 알 수 있었다. 또한 교육 현장에 적용하고자 하는 의지도 높게 나타났으며, 참가자들의 만족도도 높았다.

본 연구에서 발굴한 과학 창의적 문제 해결 신장을 위한 교사 연수 프로그램 개발 과정 및 결과물들은 앞으로 교사 연수를 기획하는 업무를 맡은 담당자나 학생들에게 직접 창의성과 관련된 교육을 지도해야 할 현장 교사들에게 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 특히 연수 후에 실제 학교에 가서 적용한 4명의 교사들이 다양한 형태의 수업으로 응용하는 연구 결과를 통해, 연수 프로그램의 내용과 이를 현장에서 응용하고 적용하는 과정에 대한 이해를 높일 수 있으며, 이를 통해 연수 프로그램에 대한 효과성을 구체적으로 평가할 수 있는 방안을 제안할 수 있을 것이다.

본 연구 결과를 바탕으로 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 설문 형태의 반응평가를 통해 드러난 '사전과제를 보다 상세하고 명확하게 설명, 과학자들의 창의적 문제 해결 과정의 예를 다양하게 제시'와 같은 사항들을 보완하여 연수 프로그램을 개선한 후에 이를 적용하여, 연수를 받은 교사들의 현장 실행력이 보다 향상되었는지 알아보는 것이 필요하다. 이를 통하여 연수와 그 효과에 대한 평가가 지속적으로 이루어지면서 연수 프로그램의 교육적 효과 향상을 위한 노력의 방향을 설정할 수 있게 될 것이다. 둘째, 본 연구에서는 연수 프로그램을 이수한 교사들의 인식 변화에 중점을 두었으며, 실제 교육 현장에서 이를 응용하여 수업에 적용한 교사는 4명뿐이었다. 또한 적용한 수업이 학생들의 과학 창의적 문제 해결력 향상에 도움이 되었는지 알아보지 못하였다. 따라서 앞으로 연수 효과를 실제 수업을 받은 학생들의 창의력 향상이라는 결과로 확인해 볼 수 있는 후속 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 강승호, 길양숙, 이순성 (2001). 중등학교 창의성 교육의 실태, 문제점 및 발전방향. **교육평가 연구**, 14(2), 71-107.
- 고원 (2011). 공감과 소통의 토론 교육과 연구 과제. **사고와 표현**, 4(1), 103-122.
- 교육과학기술부 (2009). **과학과 교육과정**(교육인적자원부 고시 제 2009-41호) [별책 9] 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부 (2007). **과학과 교육과정**(교육인적자원부 고시 제 2007-79호) [별책 9] 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.
- 김순남, 이병환, 황향숙 (2003). 창의성 교육 실태 분석과 교육 정책적 과제. **중등교육연구**,

51(2), 41-68.

노인택 (2009). **교육성과 측정 tool 개발 및 교육과정 redesign 방법에 관한 연구**. 서울: Kepco Academy.

박성일 (1991). 수업설계의 목적과 체제적 접근 절차. **교육월보**, 116, 116-122.

박인숙, 강순희 (2011). 과학 창의적 문제 해결 능력에 대한 현장 교사들의 인식. **한국과학교육학회지**, 31(2), 314-327.

박종렬, 서혜애, 김순남 (2002). 창의성 계발 과학교육 사이버 연수 운영의 행·재정적 지원 체제에 대한 요구 분석. **한국교원교육연구**, 19(3), 79-103.

박종원 (2004). 과학적 창의성 모델의 제안-인지적 측면을 중심으로-. **한국과학교육학회지**, 24(2), 375-386.

심영의 (2009). 토론 수업의 설계와 운영에 관한 연구-논증적 글쓰기를 위하여. **수사학**, 11, 403-432.

이성흠 (2005). **학습자 만족도 확인을 위한 교육·훈련프로그램 반응평가**. 서울: 교육과학사.

오인경, 최경임 (2005). **교육 프로그램 개발 방법론**. 서울: 학지사.

우종욱, 김승훈, 강심원 (2000). 과학교육에서의 창의력 수업모형 개발. **창의력교육연구**, 3(1), 1-28.

윤희정, 우애자 (2011). 과학 창의성 신장을 위한 교수-학습 프로그램의 개발 및 적용. **학습자중심교과교육연구**, 11(2), 115-138.

이강열 (1998). 창의성교육의 실태와 개선방향. **경기도교육연구원 연구논총**, 제7집, 96-120.

이상희 (2012). **과학자의 창의적 사고과정 분석 및 과학교육에 주는 함의: Archimedes와 Avogadro의 사례를 중심으로**. 석사학위논문. 한국교원대학교.

장금수 (1997). **초등학교 창의성 지도 실태에 관한 조사연구**. 석사학위논문. 순천대학교.

전주성, 김소영 (2011). 대학부설 평생교육원 프로그램의 효과성 측정을 위한 평가모델의 타당성 검증-Kirkpatrick의 교육훈련 프로그램 평가모델의 응용-. **교육과학연구**, 42(1), 125-150.

정옥분, 김경은, 박연정 (2005). 청소년과 교사가 지각하는 창의성 교육의 실태조사. **한국가정교육학회지**, 17(1), 29-53.

정일환 (1998). **현직연수의 발전방향**. 교육연수, 7, 교육부 교육행정연수원, 24-32.

정일환 (2002). **교육행정 및 교육경영**. 대구가톨릭대학교출판부.

정재삼 (2004). **교육공학의 평가영역**. 이화여자대학교 교육공학과(편), 서울: 교육과학사.

정현철, 한기순, 김병노, 최승언 (2002). 과학 창의성 계발을 위한 프로그램 개발-이론과 예시를 중심으로-. **한국지구과학교육학회지**, 23(4), 334-348.

조연순, 성진숙, 채계숙, 구성혜 (2000). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등과학 교육과정 개발 및 적용. **한국과학교육학회지**, 20(2), 307-328.

조연순, 최경희 (2000). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발. **한국과**



- 학교교육연구**, 20(2), 329-343.
- 조미영, 문공주, 김성원 (2010). 창의적 문제 해결력 문항의 평가 기준 개발 및 적용. **교육과정평가연구**, 13(2), 309-333.
- 주영주, 김소나, 박수영, 김은경 (2009). 기업 사이버교육에서 학습자의 만족도, 학업 성취도 및 학습전이 간의 관계 규명. **교육정보미디어연구**, 15(1), 23-43.
- 진선미, 정은정 (2005). 공무원 교육결과를 측정할 수 있는 평가방안 및 평가도구 개발-서울시공무원교육원에서 운영하는 교육프로그램을 중심으로. **교육평가연구**, 18(3), 183-208.
- 최경희, 조연순, 조덕주 (1998). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학교육과정 연구: 현행 교육과정과 수업현장 분석을 중심으로. **한국과학교육학회지**, 18(2), 149-160.
- 최원호, 손정우, 이봉우, 이인호, 신영준, 한재영, 최정훈 (2007). 과학영재를 위한 과학캠프의 자료와 활동의 평가준거 개발. **국제과학영재학회지**, 1(1), 1-10.
- 최유현, 이병욱, 문대영, 이한규, 류병구, 강경균 (2007). 발명교육 담당 교사 연수 프로그램 모형 개발과 교육요구 분석: 발명특허특성화고등학교를 중심으로. **한국기술교육학회지**, 7(3), 256-282.
- Biner, P. M. (1993). The development of an instrument to measure student attitudes toward televised courses. *The American Journal of Distance Education*, 7(1), 62-73.
- Bradley, A. (1999). Zeroing in on teachers: Quality counts '99. *Education Week*, 18(17), 46-52.
- Branch, R. C., Darwazch, A. N., & El-Hindi, A. E. (1992). *Instructional design practices and teacher planning routines*. A paper presented at the Annual meeting of Association for Educational Communication and Technology.
- Brinkerhoff, R., & Gill, S. (1994). *The learning alliance*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Davis, G. A., & Rimm, S. B. (1994). *Education of the gifted and talented*. Boston: Allyn and Bacon.
- Dick, W., & Carey, L. (1987). Needs assessment and industrial design. *Instructional Technology*, 17(11), 53-59.
- Dick, W., & Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction*. NY: HarperCollins Publishing.
- Dick, W., & Carey, L., & Carey, J. (2001). *The systematic design of instruction* (5th ed.). NY: Longman.
- Dyer, S. (1994). Kirkpatrick's mirror. *Journal of European Industrial Training*, 18(5), 31-32.
- Grotelueschen, A. D. (1980). Program Evaluation. In A. B. Knox & Associates, *Developing, Administering, and Evaluating Adult Education*. (p. 248) San Francisco: Jossey-Bass.
- Halpaern, D. F., & Hakel, M. D. (2003). Applying the science of learning to the university and beyond: Teaching for long-term retention and transfer. *Change, JULY/AUGUST*, 36-41.
- Hamblin, A. C. (1974). *Evaluation and control of training*. London: McGraw-Hill.
- Kaufman, R., & Keller, J. M. (1994). Levels of evaluation: Beyond Kirkpatrick. *Human Resource*

- Development Quarterly*, 5(4), 371-380.
- Kaufman, R., Keller, J., & Watkins, R. (1995). What works and what doesn't: Evaluation beyond Kirkpatrick. *Performance & Instruction*, 35(2), 8-12.
- Kirkpatrick, D. L. (1959a). Techniques for evaluating training programs. *Journal of the American Society of Training Directors*, 13(11), 3-9.
- Kirkpatrick, D. L. (1959b). Techniques for evaluating training programs: Part 2-learning. *Journal of the American Society of Training Directors*, 13(12), 21-26.
- Kirkpatrick, D. L. (1960a). Techniques for evaluating training programs: Part 3-behavior. *Journal of the American Society of Training Directors*, 14(1), 13-18.
- Kirkpatrick, D. L. (1960b). Techniques for evaluating training programs: Part 4-results. *Journal of the American Society of Training Directors*, 14(2), 28-32.
- Kirkpatrick, D. L. (1976). Evaluation of training. In R. L. Craig (Ed.), *Training and development handbook: A guide to human resource development* (2nd Ed.) (pp. 301-319). NY: McGraw-Hill.
- Kirkpatrick, D. L. (1994). Evaluating training programs: *The four levels*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- Kirkpatrick, D. L. (1998). *Evaluating training programs: The four levels* (2nd Ed.), San Francisco: Berrett-Koehler.
- Kirkpatrick, D. L. (2006). Seven keys to unlock the four levels of evaluation. *Performance Improvement*, 45(7), 5-8.
- Lawson, A. E. (2001). Promoting Creative and Critical Thinking Skills in College Biology. *Critical Thinking Skills*, 27(1), 13-24.
- Lee, S. H. (1998). *Making reaction evaluation a more useful tool in the evaluation of corporate training programs: Reactionnaire dimensions and design criteria*. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University.
- Lee, S. H., & Pershing, J. A. (1999). Effective reaction evaluation in evaluating training programs: Purposes and dimension classification. *Performance Improvement*, 38(8), 32-39.
- Lee, S. H., & Pershing, J. A. (2002). Dimensions and design criteria for developing training reaction evaluations. *Human Resource Development International*, 5(2), 175-197.
- Molenda, M., Pershing, J. A., & Reigeluth, C. M. (1996). Designing instructional systems. In R. L. Craig (Ed.), *The ASTD training and development handbook: A guide to human resource development* (4th ed.) (pp. 266-293). NY: McGraw-Hill.
- Phillips, J. J. (1995). Return on investment-Beyond the four levels. In E. Holton (Ed.), *Academy of human Resource Development (AHRD) Conference Proceedings*. (ERIC Document Reproduction Services No. ED 398 370)
- Phillips, J. J. (1997). *Handbook of training evaluation and measurement methods: Proven models*

- and methods for evaluating any HRD program* (3rd ed.). TX: Gulf.
- Pont, T. (1996). *Developing effective training skills: A practical guide to designing and delivering group training* (2nd ed.). London: McGraw-Hill.
- Shallcross, D. J. (1981). *Teaching creative behavior*. NJ: Prentice-Hall.
- Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (1995). *The Nature of Insight*. MA: The MIT Press.
- Sugrue, B., & Kim, K. (2004). *American Society for Training & Development's 2004 state of the industry report*. VA: American Society for Training & Development.
- Thompson, D. E., Brooks, K., & Lizarraga, E. S. (2003). Perceived transfer of learning: From the distance education classroom to the workplace. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(5), 539-547.
- Wallas, G. (1926). *The art of Thought*. NY: Harcourt Brace.
- Warr, P., Bird, M., & Rackham, N. (1970). *Evaluation of management training: A practical framework, with cases, for evaluating training needs and results*. London: Gower.
- Webb, L. D., & Norton, M. S. (1999). *Human resources administration: Personnel issues and needs in education* (3rd ed.). NJ: Prentice-Hall.
- Wenglinsky, H. (2005). *Using technology wisely: the keys to success in schools*. NY: Teachers College Press.

= Abstract =

## The Effect Analysis of Teacher Training Program to Enhance Scientific Creative Problem Solving Abilities

**Seoung-Hey Paik**

*Korea National University of Education*

**Jung-Eun Kim**

*Suwon Sannam Elementary School*

The purposes of this research are to develop and to evaluate the teacher training program for enhancing scientific creative problem-solving abilities. For this purpose, by considering previous studies, this study suggested 'scientific creative problem solving process'. In the course of elementary teacher program development, the present study followed Instructional Systems Development stages, where Kirkpatrick's four-step evaluation model was applied for a quality of evaluation. As a result of evaluation, it was found that teachers' recognition of competency to teach the scientific creative problem solving process was increased. In addition, teachers' evaluation of the program was positive and their willingness to apply it to the field was found high, which indicated that the training program's applicability to schools would be positive.

**Key Words:** Teacher training program, Scientific creative problem-solving abilities

1차 원고접수: 2013년 3월 7일
수정원고접수: 2013년 4월 4일
최종게재결정: 2013년 4월 13일