

과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 초등학교 교사들의 인식

노태희 · 양찬호 · 강훈식[†]
(서울대학교) · (춘천교육대학교)[†]

Perceptions of Elementary School Teachers on the Use of Analogy Generation in Scientifically-gifted Education

Noh, Taehee · Yang, Chanho · Kang, Hunsik[†]

(Seoul National University) · (Chuncheon National University of Education)[†]

ABSTRACT

In this study, we investigated the perceptions of elementary school teachers on the use of analogy generation in scientifically-gifted education. The relationships among the perceptions and the self-perception as teacher for scientifically-gifted students were also investigated. A survey was administered to 119 elementary school teachers, and in-depth interviews with some teachers were conducted. The results revealed that the teachers had a relatively good understanding of the advantages/disadvantages of analogy generation in cognitive, affective, and learning environmental aspects. Their perceptions on the usability of analogy generation and their willingness to practice of it in scientifically-gifted education was also positive. They highly perceived on the various factors related to effective uses of it in scientifically-gifted education. Their self-perception as teacher for scientifically-gifted students was comparatively low, and significantly related with the perceptions on the advantages of it, the usability, the practical methods to use, and the various factors related to effective uses in scientifically-gifted education. Educational implications of these findings are discussed.

Key words : analogy generation, scientifically-gifted, elementary school teacher, perception

I. 서 론

학생들 스스로 목표 개념을 설명할 수 있는 비유물을 직접 만들어 보는 비유 만들기 활동은 창의적 사고와 과학 과정 기술, 과학 내용 등의 측면을 종합적으로 요구하므로(노태희 등, 2009), 인지적·정의적 측면에서 교육적 효과가 높은 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 비유 만들기는 목표 개념에 대한 이해뿐만 아니라 창의적·비판적·분석적 사고 등의 고차원적 사고를 종합적으로 요구하는 활동이므로, 학생들이 추상적인 과학 개념을 이해하고 회

상하는 데 도움이 될 뿐만 아니라, 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력, 문제 해결력 및 학습 동기나 흥미 등을 신장시키는 데 효과적이라고 보고되고 있다(김경순 등, 2006, 2008; 김동렬, 2008; 최선영 등, 2006; BouJaoude & Tamim, 2000; Glynn, 1996; Middleton, 1991; Nottis & McFarland, 2001; Spier-Dance et al., 2005). 반면, 비유 만들기 활동에서 요구되는 능력들이 부족한 학생들은 의미 있는 비유를 제대로 만들지 못하거나 수준이 낮은 비유를 만드는 경향이 있으며, 비유를 만드는 과정에서 어려움을 겪을 뿐만 아니라 다양한 대응 오류를 범하여 그에 따른

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-332-B00383).

2010.10.5(접수), 2010.12.30(1심 통과), 2011.2.4(2심 통과), 2011.2.17(최종 통과)

E-mail: kanghs@cnu.ac.kr(강훈식)

오개념을 갖게 될 수 있다는 단점도 있다(김경순 등, 2008; 노태희 등, 2009). 따라서 이러한 단점을 보완하고 장점을 부각시키는 방향으로 비유 만들기 활동을 활용한다면 비유 만들기 활동은 과학영재교육에서 유용하게 활용될 수 있는 전략이 될 수 있을 것이다(김유정 등, 2009; 김희백, 2003; 노태희 등, 2009; 박종원, 2007). 특히, 과학영재 학생들의 특성에 적합한 교육 프로그램이나 교수-학습 전략 및 자료들과 담당 교사의 관련 전문성이 부족한 현 상황(신미영 등, 2005; 이봉우 등, 2008; 최선영, 2007)을 고려할 때, 그 의미는 매우 크다고 할 수 있다.

그러나 아무리 효과적인 교수 전략이라고 하더라도 실제 과학영재교육 현장에서 활용되지 않으면 탁상공론에 불과하므로, 비유 만들기 활동이 과학영재교육에서 의미 있고 효과적으로 사용되도록 할 수 있는 방안 모색이 필요하다. 이를 위해서는 무엇보다 비유 만들기 활동을 활용할 주체인 과학영재교육 담당 교사들이 이 활동에 대해 적절한 인식을 갖도록 할 필요가 있다. 교사들이 교과 내용, 가르치는 대상, 교수 방법 등에 대해 지니고 있는 인식은 교수·학습 계획 수립 및 교수 행동이나 수업에 임하는 태도, 교육적 효과 등에 직접적인 영향을 주므로, 수업에서 일어나는 일을 결정하는 가장 중요한 요소이다(김경진 등, 2005; 노희진 등, 2008; 정득실 등, 2007; Lumpe *et al.*, 1998; Trowbridge *et al.*, 2000). 특히 우리나라 과학영재교육 기관의 교육 과정은 전반적으로 담당 교사가 직접 계획하고 실행하는 경우가 많으므로(김득호 등, 2009; 최선영, 2007), 비유 만들기 활동에 대한 교사의 인식이 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용 여부나 의지 및 방법을 결정하는 데 미치는 영향력은 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 과학영재교육에서 강조하고 있는 측면들에 기초하여 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 교사들의 인식과 관련 요구를 조사한다면 그 활용 가능성과 활용 방법에 대한 구체적인 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 또한, 이를 바탕으로 교사들의 인식과 관련 요구를 반영한 비유 만들기 활용 전략을 개발 및 보급하여 교사들의 관련 인식을 보다 긍정적으로 변화시킴으로써 그 현장성과 효용성 등을 높일 수도 있을 것이다.

또한, 특정 교수 전략과 교육 상황 등에 대한 이해 정도는 그 교육 상황에서 특정 전략의 활용 의지나 정도와 관련이 있다고 보고된다(주영 등, 2009; 한재영 등, 2006; 최원호 등, 2009; Lumpe *et al.*, 1998).

따라서 과학영재의 특성, 판별 방법, 과학영재교육에 적합한 교수-학습 및 평가 방법 등과 같은 과학영재교육 상황에 대한 교사의 이해도는 과학영재교육에서 비유 만들기의 활용에 대한 이들의 인식과 관련이 있을 것으로 기대되므로, 이에 대해 조사할 필요가 있다.

한편, 현재 우리나라에서는 대학 부설 영재교육원, 각 시도 교육청 산하 영재교육원, 지역 교육청 지정 학교 영재 학급 등과 같이 여러 형태로 과학영재교육이 이루어지고 있다(서혜애, 이윤호, 2003). 또한, 최근 교육과학기술부의 정책에 따라 2010년부터 영재 교육 대상자를 지필 시험에 의해 선발하는 것을 지양하여 장기적으로 지필 시험에 의한 선발 제도가 폐지되고 교사의 장기 관찰 및 이를 토대로 한 추천 방식에 의해 영재 교육 대상자가 선발된다(교육과학기술부, 2009). 따라서 모든 초등학교 교사는 직간접적으로 영재 교육 대상자 선발 과정에 참여하게 될 뿐만 아니라 잠재적인 과학영재교육 담당 교사가 될 수 있으므로, 현재 과학영재교육을 담당하고 있는 교사들 뿐만 아니라 담당하지 않은 교사들의 인식을 함께 조사할 필요가 있다. 또한, 교사들의 과학영재교육 관련 전문성에 대한 인식이 교수·학습 계획 수립 및 교수 행동이나 수업에 임하는 태도 등에 미치는 영향(김경진 등, 2005; 노희진 등, 2008; 정득실 등, 2007; Lumpe *et al.*, 1998; Trowbridge *et al.*, 2000)을 고려할 때, 교사들의 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식과 과학영재교육 관련 전문성에 대한 인식의 관계를 조사할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 초등학교 교사들의 인식을 비유 만들기 활동의 장단점, 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 적용 가능성 및 활용 의지, 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 효과적인 활용을 위해 필요한 요인 측면에서 조사했다. 또한, 이 인식들과 교사들의 과학영재교육 관련 전문성에 대한 인식의 관계도 조사했다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

초등 과학영재교육 담당교원 직무 연수나 과학교사 직무 연수에 참여한 교사와 초등영재교육 대

학원이나 초등과학교육 대학원에 재학 중인 교사 132명을 대상으로 설문 조사를 실시했다. 이 중 설문 문항에 불성실하게 응답한 13명을 제외한 119명의 설문 결과를 최종 분석했다. 설문에 응한 교사들의 배경 변인별 빈도와 백분율을 표 1에 제시했다.

2. 연구 절차

예비 연구로서, 초등 과학영재교육 담당교원 직무 연수에 참여한 교사 36명을 대상으로 비유 만들기 활동의 장단점, 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용 가능성 및 활용 방법에 대한 개방형 설문을 실시하고, 이 중 일부 교사를 선정하여 심층 면담을 실시했다. 또한, 과학교육 및 과학영재교육 전문가들과 면담하여 이에 대한 의견을 수렴했다. 예비 연구와 전문가 면담, 관련 선행 연구(권혁순, 2000; 김경순 등, 2006, 2008; 김동렬, 2008; 김유정 등, 2009;

노태희 등, 2009; 최선영 등, 2006; Glynn, 1996; Nottis & McFarland, 2001; Spier-Dance *et al.*, 2005)들을 분석한 결과를 바탕으로 ‘과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식’ 설문지를 제작했다. 제작한 설문지를 초등 과학영재교육 전문가 3인 및 담당 교사 3인에게 문항 구성의 적합성과 타당성 및 문장의 명확성 측면에서 타당도를 검증 받은 결과, 일부 모호한 문장에 대한 지적만 있어 그 지적 사항만을 수정했다. 또한, 연구 대상이 아닌 초등학교 교사들을 대상으로 한 예비 연구를 통해 같은 측면에서 설문지를 검증 받은 결과에서도 일부 문장에 대한 지적만이 있어 그 사항을 수정하여 최종 사용했다.

본 설문 조사는 연구자 중 1인이 교사 연수 및 대학원의 강의 시간을 활용하여 2차시 동안 실시했다. 연구 대상 교사들 중 다수는 이전의 교사 연수나 대학원 강의를 통해 과학적 창의성이나 과학영재의 특성에 대한 배경 지식을 지니고 있는 상태였으나, 일부 교사들은 이에 대해 학습한 경험이 없었다. 이에 1차시에는 우선 과학적 창의성과 과학영재의 인지적·정의적 특성에 대한 설명을 20~30분 정도 실시했다. 이후 과학 비유 및 비유 만들기 활동에 대한 오리엔테이션을 20분 동안 실시했다. 즉, 초등학교 과학 교과서에서 ‘지층이 쌓이는 순서’를 설명하기 위해 사용된 ‘샌드위치 비유’를 활용하여 학생들에게 과학에서 사용되는 비유의 정의에 대해 설명했다. 또한 하나의 개념을 설명하기 위해 여러 개의 비유가 사용될 수 있음과 목표물과 비유물에는 유사점과 차이점이 모두 있음을 예를 들어 설명했다.

2차시에는 교사들에게 비유 만들기 활동에 대한 직접적인 경험을 제공하기 위해, 선행 연구(노태희 등, 2009)를 참고하여 포화 용액 개념에 대한 비유 만들기 활동을 25분 정도 실시했다. 즉, 교사들은 포화용액과 불포화 용액 개념에 대한 간단한 설명을 들은 후(5분), 이 개념을 설명할 수 있는 비유를 가능한 많이 만들고 그 중 가장 좋은 비유라고 생각하는 비유를 한 가지 선택하여 비유물과 목표물의 유사점과 차이점을 적는 활동(20분)을 수행했다. 이 때, 교사에게 비유 상황을 글이나 그림을 사용하여 가능한 자세하게 표현해야 하고, 유사점과 차이점을 가능한 많이 제시해야 한다는 점을 강조했다. 이후, 교사들에게 자신이 비유를 만들었던 과정에 대해 반성하고 평가해 볼 수 있는 기회를 제공한 후(5분), ‘과학영재

표 1. 설문에 참여한 교사들의 배경 변인별 빈도

구분		빈도(%)	
성별	남	49(41.2)	
	여	70(58.8)	
교직 경력	5년 미만	37(31.1)	
	5년~10년 미만	26(21.8)	
	10년~15년 미만	26(21.8)	
	15년~20년 미만	11(9.2)	
	20년 이상	19(16.0)	
학사	과학 심화전공	40(33.6)	
	비과학 심화전공	79(66.4)	
	석·박사	과학교육이나 영재교육 관련 전공	39(32.8)
		석사과정 이상	4(3.4)
		석사과정	11(9.2)
		석사	24(20.2)
	기타	3(2.5)	
	과학영재 수업 경험 여부	없음	94(79.0)
있음		25(21.0)	
과학영재 교육 관련 직무 연수 참여 횟수	0회	29(24.4)	
	1회	83(69.7)	
	2회 이상	7(5.9)	
계		119(100.0)	

교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식' 설문지를 작성하도록 했다(20분).

설문 조사가 끝난 후, 교사들의 생각을 심층적으로 이해하기 위해 초등 과학영재교육 담당교원 직무 연수, 과학교사 직무 연수, 초등영재교육 대학원, 초등과학교육 대학원의 각 수업에 대해 1~2회씩 수강 인원 전원을 대상으로 집단 면담을 20~25분 동안 실시했다. 즉, 강의를 진행한 연구자가 수강 교사들에게 설문지에 제시된 질문들에 대한 자신의 생각을 자유롭게 말하고 그렇게 말한 이유를 자세히 설명하도록 했으며, 필요한 경우 교사들의 응답에 대해 재질문하는 방식으로 집단 면담을 진행했다. 면담 과정은 모두 디지털 캠코더를 이용하여 녹음·녹화했다.

3. 검사 도구

'과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식' 설문지는 크게 '교사의 배경 변인', '비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식', '과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 적용 가능성에 대한 인식', '과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용 의지에 대한 인식', '과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 효과적인 활용을 위해 필요한 요인에 대한 인식'의 5개 범주로 구성했다.

'교사의 배경 변인' 범주는 교사의 성별, 교직 경력, 최종 학력, 과학영재 수업 경험 여부, 과학영재교육 관련 직무 연수 참여 횟수 등의 교사 배경 변인을 조사하기 위한 질문으로 구성했다. 이 배경 변인들은 과학영재교육 관련 전문성과 관련성이 있을 수 있으나, 이를 통해 교사들이 경험한 내용과 지식들이 각기 달라 객관적이고 타당한 정보를 제공하는 데 한계가 있으므로, 기초 정보로는 활용 가능하나, 교사의 배경 변인에 따른 인식을 조사하기 위한 변인으로 사용하기에는 한계가 있다. 이에 교사의 과학영재교육 관련 전문성에 대한 인식을 조사하기 위한 문항을 포함시켰다. 즉, 선행 연구(심규철, 김현섭, 2006)에서 과학영재 판별 기준에 대한 이해, 선발 문항 및 교육 프로그램 개발, 교수-학습 방법 및 전략, 교육 평가 방법 측면에서의 교사 전문성에 대한 인식을 조사하기 위해 개발한 '과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식' 5문항을 포함시켰다. 이 연구에서 구한 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .88이었다.

'비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식' 범주는 비유 만들기 활동의 인지적·정의적·학습 환경 측면에서의 장단점에 대한 인식을 조사하기 위한 5단계 리커트 척도 문항들로 구성했다. 즉, 장점의 경우에는 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력, 의사 표현 능력 및 개념 이해와 파지 능력 신장 등의 인지적 측면(6문항)과 학습 동기나 흥미 유발 등의 정의적 측면(3문항), 자기주도적 학습 환경 조성 등의 학습 환경 측면(1문항)에서의 장점에 대한 인식을 묻는 10문항들로 구성했다. 단점의 경우에는 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움 측면(5문항), 오개념 유발 측면(2문항), 평가의 어려움 측면(1문항), 많은 시간 소모와 산만한 수업 분위기 조성 등의 학습 환경 측면(2문항)에서의 단점을 묻는 10문항들로 구성했다. 이 연구에서 구한 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 장점과 단점에 대해 각각 .72, .68이었다.

'과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 적용 가능성에 대한 인식' 범주는 비유 만들기 활동이 과학영재교육에서 영재성 판별 도구, 교수-학습 전략, 평가 도구로 활용 가능한지를 각각 묻는 3문항과 과학영재를 위한 수업에 쉽게 적용할 수 있는지를 묻는 1문항, 총 4문항을 5단계 리커트 척도 형식으로 구성했다. 이 연구에서 구한 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .57이었다.

'과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용 의지에 대한 인식' 범주는 과학영재 학생들을 위한 과학수업을 진행하게 된다면 비유 만들기 활동을 활용할 의향이 있는지를 묻는 5단계 리커트 척도 1문항으로 구성했다. 또한, 이 문항에 대해 '보통이다', '그렇다', '매우 그렇다'를 선택한 경우에는 영재성 판별 도구, 교수-학습 전략, 평가 도구로 활용할 것인지를 각각 5단계 리커트 척도로 묻는 문항에도 답하도록 했다. 반면, '그렇지 않다'와 '매우 그렇지 않다'를 선택한 경우에는 그렇게 생각한 이유를 자세히 적도록 했다. 이 연구에서 구한 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .73이었다.

'과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 효과적인 활용을 위해 필요한 요인에 대한 인식' 범주는 과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하기 위해 필요한 수업 모형의 개발 및 보급, 구체적인 교수-학습 자료의 개발 및 보급, 체계적인 관련 연수의 실시, 과학영재교육에 대한 교사 전문성의 필요성, 충분한 시간과 장소 지원을 각각 묻는 5

문항을 5단계의 리커트 척도와 기타 의견을 자유롭게 기술하는 형태로 구성했다. 이 연구에서 구한 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .78이었다.

4. 분석 방법

5단계 리커트 척도 문항의 경우에는 각 문항별 응답에 대한 빈도와 백분율을 구했으며, ‘전혀 그렇지 않다’는 1점, ‘그렇지 않다’는 2점, ‘보통이다’는 3점, ‘그렇다’는 4점, ‘매우 그렇다’는 5점으로 환산하여 각 문항별 평균과 표준편차를 구했다. 교사의 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식과 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 범주별 인식의 관계를 조사하기 위해, 이 변인들 사이의 상관 분석도 실시했다. 또한, 설문 문항에서의 주관식 응답과 면담 자료를 분석하여 특징이 있는 사항에 대해 구체적인 응답의 예를 기술했다.

연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해, 수집된 자료들을 연구자들이 공동으로 분석하고 해석한 후, 수차례에 걸친 과학영재교육 전문가 및 교사들과의 개별 면담과 집단 세미나 등을 통해 결과 해석 및 논의의 적절성과 타당성을 검토하여 수정·보완했다. 또한, 모든 연구자들이 합의점에 도달할 때까지 논의하여 도출한 내용만을 결과 해석에 사용했다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식

1) 장단점에 대한 인식

비유 만들기 활동의 장점에 대한 인식 조사 결과를 표 2에 제시했다. 문항별 평균은 학습 환경 측면(3.83)을 제외한 모든 문항에서 ‘그렇다’에 해당하는 4.0점 이상이었고, 전체 평균은 4.20으로 나타났다. 각 문항별 응답에 대한 백분율을 살펴보면, 비유 만들기 활동이 학생들의 창의적 사고력(99.2%)이나 비판적 사고력(90.8%)과 같은 고차원적 사고력 및 자신의 생각 또는 의견을 표현하거나 설명하는 능력(94.1%) 등을 기르는 데 도움이 된다고 응답한 교사들의 비율이 90% 이상으로 매우 높았다. 또한, 학습 내용을 더 잘 이해(94.2%)하고 오래 기억(97.5%)하도록 하거나, 교사가 학생들의 사전 개념이나 생각을 파악

(81.5%)하는 데 도움이 된다고 응답한 비율도 매우 높았다. 학생들의 과학 학습 동기(86.6%) 및 과학에 대한 흥미나 호기심(86.6%)을 유발시키거나, 학생들이 추상적인 과학 개념을 더 친숙하게 여기도록 하는데(91.6%) 도움을 줌으로써 학습 향상을 이끄는 정의적 측면의 향상에도 긍정적인 영향을 미친다고 생각하는 경향도 매우 높았다. 이에 비해 상대적으로 낮지만 비유 만들기 활동이 자기주도적인 학습 환경을 조성하는 데 도움이 된다고 응답한 비율도 69.7%로 비교적 높게 나타났다. 다음은 이와 관련된 면담 내용의 일부를 발췌한 것이다.

창의성이란 개념으로 봤을 때, 아이들에게 그냥 개념을 가르쳐주는 게 아니라, 유창성, 융통성 이렇게 폭넓은 사고를 키울 수 있는 기회를 주는 게 영재교육이라고 생각을 하거든요. 거기에 부합된다고 생각합니다.

영재라면 자신의 의견을 말이나 글로 표현할 수 있어야 한다고 생각하는데, 과학에서 말하는 능력도 중요하기 때문에, 비유를 통해서 실험 과정이나 결과, 계획과 같은 일련의 과정들을 설명할 수 있다면 영재교육에 굉장히 좋은 수단이 될 것으로 생각합니다.

자기가 썼던 비유적인 표현을 보면 그 시간에 배웠던 과학 개념이 나중에 생각이 날 것 같아요. 우선 재미있고 흥미를 느끼니까 아이들이 좋아할 것 같고요. 제가 수업을 할 때 비유를 들었을 때는 항상 그것에 대한 공통점, 유사점만 가지고 했었는데, 비유 만들기를 하면서 차이점을 알고, 그것에 대한 한계점을 더 생각해 보면서 아이들의 사고력을 더 높일 수 있는 방법인 것 같아서 좋은 것 같습니다.

일상생활에서 현상들을 찾으면서, 자기가 생각했던 여러 가지 비유를 통해서 과학이 일상생활에 많이 들어있는 부분이구나, 과학에 친근감을 느낄 수 있는 계기가 될 수 있다고 생각합니다.

과학 개념의 이해도 물론 중요하겠지만, 그것을 이해하기 위한 과정, 생각하는 방식이 있을 것 같은데, 지식을 가르칠 때 애들은 수동적으로 생각하는 경향이 되게 큰 것 같아요. 근데 이렇게 비유를 찾으면 제대로 알고 있는 지식이든, 오개념이든 그 생각하는 과정이, 그걸 직접 해보는 것 자체가 큰 의미가 있는 것 같아요.

이런 결과는 선행 연구(권혁순, 2000; 김경순 등, 2006, 2008; 김유정 등, 2009; 김동렬, 2008; 노태희

등, 2009; 최선영 등, 2006; Glynn, 1996; Nottis & McFarland, 2001; Spier-Dance *et al.*, 2005) 및 관련 전문가들이 주장하는 비유 만들기 활동의 인지적·정의적·환경적 측면에서의 장점에 대해 연구 대상 교사들도 매우 긍정적으로 인식하고 있음을 의미한다. 이는 이 교사들에게 직접 여러 개의 비유를 만들고 만든 비유와 목표물과의 유사점과 차이점을 찾아보게 한 후, 자신들의 비유 만들기 과정에 대해 생각해볼 수 있는 기회를 제공했기 때문일 수 있다. 즉, 교사들은 비유 만들기 활동을 직접 경험하고, 이에 대해 반성적으로 사고함으로써 비유 만들기 활동의 장점에 대해 명확하게 인식했을 가능성이 있다.

비유 만들기 활동의 단점에 대한 인식 조사 결과(표 3), 문항별 평균은 2.76~4.29점으로 다양하게 분포되어 있고, 전체 평균은 3.44로 ‘보통이다’에 해

당하는 3.0점에 근접하게 나타났다. 각 문항별 응답 비율을 살펴보면, 창의적 사고력이나 비판적 사고력 등의 고차원적 사고 능력이 부족(77.3%)하거나, 배경 지식 또는 사전 경험이 부족(92.4%)한 학생들은 좋은 비유를 만드는 데 어려움이 있을 것으로 생각하는 교사들이 많았다. 또한, 학생들이 비유 소재를 찾아내거나(50.4%), 비유물과 목표 개념 사이의 유사점(42.9%)이나 차이점(51.2%)을 찾아내는 것을 어려워할 것이라고 응답한 경우도 적지 않았다. 이런 결과는 연구 대상 교사들이 비유 만들기 활동이 학생들의 다양한 인지적 능력을 요구하는 활동임을 비교적 잘 인식하고 있음을 의미한다. 또한 교사들의 비유 만들기 활동의 인지적 측면에서의 장점에 대한 긍정적인 인식과 함께 비유 만들기 활동이 다양한 인지적 능력을 지닌 과학영재 학생들의 인지적

표 2. 비유 만들기 활동의 장점에 대한 인식 조사 결과

질문 내용	빈도(%)					평균 (표준 편차)	
	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다		
인지적 측면	학생들의 창의적 사고력(더 많이, 더 다양하게, 더 독창적으로, 더 연관지어 사고하는 능력 등)을 기르는 데 도움이 된다.	-	-	1 (0.8)	84 (70.6)	34 (28.6)	4.28 (0.47)
	학생들의 비판적 사고력(더 합리적으로, 더 논리적으로, 더 타당하게 선택, 비교, 판단하는 능력 등)을 기르는 데 도움이 된다.	-	-	11 (9.2)	76 (63.9)	32 (26.9)	4.18 (0.58)
	학생들이 자신의 생각이나 의견을 표현하거나 설명하는 능력을 기르는 데 도움이 된다.	-	-	7 (5.9)	69 (58.0)	43 (36.1)	4.30 (0.58)
	학생들이 학습 내용을 더 잘 이해하도록 하는데 도움이 된다.	-	-	7 (5.9)	76 (63.9)	36 (30.3)	4.24 (0.55)
	학생들이 학습 내용을 더 오래 기억하도록 하는데 도움이 된다.	-	-	3 (2.5)	65 (54.6)	51 (42.9)	4.40 (0.54)
학생들이 사전에 가지고 있는 개념이나 생각을 파악하는 데 도움이 된다.	-	3 (2.5)	19 (16.0)	59 (49.6)	38 (31.9)	4.11 (0.76)	
정의적 측면	학생들의 과학 학습 동기(과학 수업에 집중, 학습 내용과 자신의 생활이나 삶의 관련성 인식, 과학 학습에 대한 자신감과 만족감 등)를 유발시키는 데 도움이 된다.	-	1 (0.8)	15 (12.6)	76 (63.9)	27 (22.7)	4.08 (0.62)
	학생들의 과학에 대한 흥미나 호기심을 유발시키는 데 도움이 된다.	-	1 (0.8)	15 (12.6)	59 (49.6)	44 (37.0)	4.23 (0.69)
	학생들이 추상적인 과학 개념을 더 친숙하게 여기도록 하는데 도움이 된다.	-	-	10 (8.4)	58 (48.7)	51 (42.9)	4.34 (0.63)
학습 환경 측면	자기주도적인 학습 환경을 조성하는 데 도움이 된다.	-	4 (3.4)	32 (26.9)	63 (52.9)	20 (16.8)	3.83 (0.74)
계						4.20 (0.33)	

표 3. 비유 만들기 활동의 단점에 대한 인식 조사 결과

질문 내용	빈도(%)					평균 (표준 편차)	
	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다		
활동 과정에서 어려움 측면	창의적 사고력이나 비판적 사고력 등과 같은 고차원적 사고력이 부족한 학생들은 좋은 비유를 만들기 어렵다.	—	8 (6.7)	19 (16.0)	62 (52.1)	30 (25.2)	3.96 (0.83)
	배경 지식이나 사전 경험 등이 부족한 학생들은 좋은 비유를 만들기 어렵다.	—	3 (2.5)	6 (5.0)	63 (52.9)	47 (39.5)	4.29 (0.68)
	학생들이 비유를 만드는 과정에서 비유를 만들기 위한 소재를 찾아내는 것은 어렵다.	2 (1.7)	18 (15.1)	39 (32.8)	53 (44.5)	7 (5.9)	3.38 (0.87)
	학생들이 비유를 만드는 과정에서 비유와 비유를 통해 설명하고자 하는 개념 사이의 유사점을 찾아내는 것은 어렵다.	4 (3.4)	36 (30.3)	28 (23.5)	42 (35.3)	9 (7.6)	3.13 (1.04)
	학생들이 비유를 만드는 과정에서 비유와 비유를 통해 설명하고자 하는 개념 사이의 차이점을 찾아내는 것은 어렵다.	1 (0.8)	25 (21.0)	32 (26.9)	48 (40.3)	13 (10.9)	3.39 (0.97)
오개념 유발 측면	비유를 만드는 과정에서 오히려 잘못된 개념이 유발될 수 있다.	—	8 (6.7)	32 (26.9)	67 (56.3)	12 (10.1)	3.70 (0.74)
	여러 개의 비유를 만들도록 하는 것은 오히려 학생들의 개념 이해에 혼동을 초래할 수 있다.	6 (5.0)	49 (41.2)	33 (27.7)	29 (24.4)	2 (1.7)	2.76 (0.94)
평가의 어려움 측면	비유 만들기 산출물(만든 비유 등)을 평가하는 것이 어렵다.	1 (0.8)	35 (29.4)	31 (26.1)	49 (41.2)	3 (2.5)	3.15 (0.91)
학습 환경 측면	실제 수업에 적용하기에는 시간이 다소 많이 필요한 활동이다.	1 (0.8)	14 (11.8)	25 (21.0)	47 (39.5)	32 (26.9)	3.80 (1.00)
	학생들이 비유를 만드는 과정에서 수업 분위기가 산만해질 수 있다.	7 (5.9)	39 (32.8)	42 (35.3)	27 (22.7)	4 (3.4)	2.85 (0.95)
계						3.44 (0.46)	

능력을 향상시키는 교수-학습 전략으로 유용하게 활용될 수 있음을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

평소에 창의성이 있어야 할 것 같아요. 사물을 관찰하면서도 그것을 생활 속에서 맞추면서 보는 어떤 능력, 보면서 그것을 다시 창의적으로 보는 능력이 필요할 것 같아요.

용매나 용질, 용액이라는 용어에 대해서 개념을 먼저 과학적 개념이든 일상적 개념이든 개념을 알고 있어야 할 것 같아요.

좋은 비유를 만들기 위해서는 배경 지식이나 경험이 많이 필요하다고 생각합니다. 자신이 겪어보지 않은 것은 문제를 봤을 때 그것을 어떻게 생각해야 할지 해답을 찾는데 오래 걸리는데, 경험이 많을수록 그것을 다양화시켜서 해결할 수 있을 것 같아요.

정확하게 핵심을 찾아낼 수 있는, 이를 테면 공통점, 핵심을 맨 처음에 명확하게 알 수 있는 능력이 있어야 할 것 같아요. 융통성 있게 이것저것 많이 생각을 해보고 이렇게 마지막에 비유 상황을 결정할 때는, 정교성? 저도 골라놓고도 이걸 이 상황은 이럴 것 같은데 판단하다 보니까, 제일 정확하고 좋은 비유를 찾아낼 때는 정교성이 필요할 것 같아요.

비유를 만드는 과정에서 오히려 오개념이 유발될 가능성이 있다는 응답의 비율도 높았다(66.4%). 즉, 연구 대상 교사들은 학생들이 목표 개념의 속성들과 자신이 만든 비유의 속성들을 적절히 대응시키지 못해 대응 오류를 범하고, 이로 인해 오개념이 유발될 수 있다는 선행 연구의 주장(김경순 등, 2008)과 유사한 인식을 지니고 있음을 알 수 있었다. 반면, 집단 면담에 참여한 교사 중에는 비유 만들기 활동 과정에서 유발될 수 있는 오개념을 부정적으로

로 인식하지 않고 오히려 학생들의 개념 발달을 도울 수 있는 요소로 생각하고 있는 경우도 있었다. 따라서 비유 만들기 활동 과정에서 유발되는 오개념에 대한 교사들의 인식을 보다 심층적으로 조사하기 위한 노력이 필요하다. 그럼에도 이런 오개념은 교사들이 추후 과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 활용하는 것을 방해하는 요소로 작용할 수 있으므로, 가능한 학생들의 오개념을 줄이고 개념 이해를 촉진할 수 있는 비유 만들기 활동 활용 전략을 교사들에게 안내할 필요가 있다.

(비유 만들기 활동 과정에서) 오개념이 생길 수 있기 때문에 쉽게 적용하지 못할 것 같다고 생각할 수도 있는데, 아이들이 배워가는 과정에서 오류 속에서 바른 개념을 찾아나갈 수 있기 때문에, 한 번씩은 오개념이 있어도 괜찮지 않을까.

여러 개의 비유를 만드는 것이 학생들의 개념 이해에 혼동을 줄 수 있다고 생각하는 경우는 많지 않았다(26.1%). 이는 과학영재 학생들에게 여러 개의 비유를 만들고, 이를 목표 개념과 비교하도록 하는 활동이 목표 개념에 대해 구체적으로 생각해볼 수 있는 기회를 보다 많이 제공함으로써 개념 이해를 촉진할 수 있음을 교사들이 인식했기 때문인 것으로 보인다.

한편, 비유 만들기의 산출물을 평가하는 것에 대해서는 긍정적인 응답 비율(30.2%)보다 부정적인 응답 비율이 약간 더 높았다(43.7%). 이는 학생들이 만든 비유를 충분히 평가할 수 있음에도(김유정 등, 2009; 노태희 등, 2009) 아직까지 이를 위한 체계적인 평가 방안이 충분히 마련되지 않았기 때문으로 보인다.

비유라는 것이 하나의 교수-학습 전략이 될 수 있는데, 평가를 하는 게 어렵다고 생각을 했어요. 비유가 잘 된 건 객관적으로 판단하는 데 무리가 있다고 생각해서요.

학생들이 만든 비유를 평가할 수 있는 명확한 준거를 마련하는 것은 학습 결과의 평가뿐 아니라 학생들의 과학영재성을 평가하는 것에도 관련되므로, 과학영재 판별 도구의 개발 측면에도 시사점을 제공할 수 있다. 따라서 관련 선행 연구(김유정 등, 2009; 노태희 등, 2009)들을 바탕으로 과학영재 수업의 결과를 평가하거나 과학영재를 판별하기 위한 도구로 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하기 위한 구

체적인 방안을 마련하여 교사에게 안내할 필요가 있다. 예를 들어, 학생들의 과학적 창의성을 평가하기 위해 만든 비유의 개수와 소재의 다양성 및 독창성을 토대로 유창성과 융통성, 독창성 등의 발산적 사고 측면을 평가할 수 있을 것이다. 또한, 비유물이 목표 개념의 속성을 얼마나 포함하고 있고, 구체적으로 표현되고 있는지를 통해 정교성 등의 수렴적 사고의 측면을, 목표 개념과 비유물의 유사점과 차이점을 대응시키는 정도를 통해 연관적 사고의 측면을 평가할 수 있을 것이다.

학습 환경 측면에서는 비유 만들기 활동이 실제 수업에 적용하기에 시간이 많이 필요한 활동이라고 응답한 비율이 비교적 높게 나타났다(66.4%). 이는 교사들이 대체적으로 과학 수업에서 비유를 사용하는 것을 쉽고 단순하며 많은 시간이 소요되지 않는 활동으로 생각해 왔으나(권혁순 2000; 류수경, 2005), 자신들이 직접 비유를 여러 개 만들고 만든 비유와 목표물과의 유사점과 차이점을 찾아보는 경험을 통해 비교적 시간이 많이 소요되는 활동으로 인식한 것으로 보인다.

좀 많은 걸 만들어야 한다는 생각이 들었어요. 그리고 아이들 하나하나 다 평가해야 하잖아요, 그래서 전반적인 수업 시간이 오래 걸릴 것 같다는 생각도 들었고.

그러나 비유 만들기 활동은 일반적인 과학영재 수업에서 이루어지는 실험 수업에 비해 더 적은 시간 동안 수행할 수 있고 실험 활동과 연계하여 진행할 수 있으므로, 실험 수업의 대체 활동으로 비유 만들기 활동을 활용하거나 실험 수업과 효과적으로 연계하여 진행하는 방법을 교사에게 안내할 필요가 있다.

학생들이 비유를 만드는 과정에서 수업 분위기가 산만해질 수 있다고 생각하는 경우는 비교적 적은 것으로 나타났다(26.1%). 이는 교사들이 과학영재 수업이 실험 실습 활동으로 이루어지는 경우가 많다고 인식하여(김득호 등, 2009; 최선영, 2007), 개별이나 소집단 활동으로 이루어질 수 있고, 실험 활동보다 소란스러움을 유발할 요소가 적은 비유 만들기 활동이 과학영재교육 학습 분위기에 부정적인 영향을 미치지 않는다고 생각한 것으로 보인다.

연구 대상 교사들의 비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식이 높게 나타난 이상의 결과들과 그 교사들의 대부분이 별다른 어려움 없이 한 가지 이상의 비유를 만들었던 점에서 볼 때, 연구 대상 교사

들의 대부분은 비유 만들기 활동의 본질과 가치에 대해 충분히 이해하고 있다고 생각할 수 있다. 따라서 이후의 결과들을 통해 얻은 정보들은 과학영재 교육에서 비유 만들기 효과적 활용과 관련하여 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

2) 적용 가능성에 대한 인식

과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 적용 가능성에 대한 인식을 조사한 결과는 표 4와 같다. 문항별 평균은 3.90~4.12점이고, 전체 평균은 3.99로 ‘그렇다’에 해당하는 4.0점에 근접했다. 즉, 상당수의 교사들이 비유 만들기 활동이 학생들의 영재성 판별 도구(79.8%), 과학영재들의 특성에 적합한 과학 교수-학습 전략(92.4%), 학습 평가 도구(76.5%)로 활용될 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다. 또한 비유 만들기 활동을 위해 특별한 장소나 기구 등이 필요하지 않아 과학영재 수업에서 쉽게 적용할 수 있다는 긍정적인 응답도 매우 높았다(83.1%).

영재의 조건이 창의성이 아주 큰 부분을 차지하고 있다고 생각하기 때문에, 비유 활동 자체가 창의성을 굉장히 많이 사용하는 데 도움을 준다고 생각을 해서요 판별에 도움이 된다고 생각합니다. 차이점과 유사점을 찾는 부분에서도 과학 지식이나 개념적인 측면도 함께 측정할 수 있기 때문에 도움이 된다고 생각했습니다.

비유 활동을 하게 되면 아이들이 비교하는 대상과 목표 개념을 잘 알고 있어야 하구요, 그런 면에서 영재성을 충족한다고 생각을 했고, 그리고 비유를 잘 하려면 연관

적 사고도 잘 해야 하고, 차이점과 유사점을 찾아내는 여러 가지 사고도 잘 해야 하기 때문에, 비유 만들기 하나의 교수-학습 전략이 될 수 있다고 생각해요.

학생들이 활동을 하면서 어떤 궁금증이 생겼는데, 그 궁금증을 뽑아내지 못할 수 있잖아요, 그럼 교사가 전문가로서 “너는 지금 이 부분이 혼란스러운 거지? 그럼 이 부분에 대해 자유롭게 탐구해 보라.” 이렇게 제시할 수 있는 자료로 쓸 수 있을 것 같다고 생각을 해서, 그런 맥락의 평가에서 활용할 수 있을 것 같아요.

우선 많은 기구나 특별한 장소가 없이, 흔히 공유하고 있는 것들로, 머릿속으로나 이야기들로 개념들을 설명할 수 있기 때문에 수업 준비를 그다지 많이 하지 않아도 된다는 측면에서 쉽게 적용할 수 있을 것 같아요.

선행 연구(김득호 등, 2009; 신미영 등, 2005; 이봉우 등, 2008; 최선영, 2007)에 의하면, 많은 초등 과학영재교육 담당 교사들은 실제 과학영재교육 현장에서 효과적으로 활용할 수 있는 판별 도구나 교수-학습 전략 및 자료, 평가 도구 등이 매우 부족할 뿐만 아니라 다양하지 않다고 인식하고 있었다. 또한 현재 초등 과학영재교육의 문제점 중 하나로 과학영재 수업을 위한 장소나 장비가 부족하다는 점이 항상 지적되고 있다. 이런 상황에서 현재 초등 과학영재교육을 담당하고 있거나 담당하게 될 교사들이 비유 만들기 활동이 현재 초등 과학영재교육에서 다양한 방법으로 쉽게 활용될 수 있다는 응답이 높았던 것은 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다.

한편, 소수의 교사들은 비유 만들기 활동을 학생

표 4. 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 적용 가능성에 대한 인식 조사 결과

질문 내용	빈도(%)					평균 (표준편차)
	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다	
비유 만들기 활동은 학생들의 영재성을 판별하는 데 유용한 도구가 될 수 있다.	—	3 (2.5)	21 (17.6)	80 (67.2)	15 (12.6)	3.90 (0.63)
비유 만들기 활동은 과학영재들의 특성에 적합한 과학 교수-학습 전략이 될 수 있다.	—	—	9 (7.6)	87 (73.1)	23 (19.3)	4.12 (0.51)
비유 만들기 활동은 과학영재 수업의 산출물이나 학습 결과를 평가하는 데 유용한 도구가 될 수 있다.	—	1 (0.8)	27 (22.7)	72 (60.5)	19 (16.0)	3.92 (0.65)
비유 만들기 활동은 특별한 장소나 기구 등이 필요하지 않아 과학영재들을 위한 과학 수업에 쉽게 적용할 수 있다.	—	4 (3.4)	16 (13.4)	73 (61.3)	26 (21.8)	4.02 (0.70)
계						3.99 (0.41)

들의 영재성 판별 도구(2.5%)나 학습 평가 도구(0.8%)로 활용하는 데 부정적이었는데, 그 이유로 비유 만들기 활동을 통해 창의적 사고의 여러 요소들을 모두 평가하기 어렵기 때문이라고 응답한 경우가 있었다. 또한, 비유 만들기 활동을 과학영재 수업에서 쉽게 적용하기 어렵다는 응답도 일부 있었는데(3.4%), 대부분 비유 만들기 활동에 시간이 많이 소요되는 것을 그 이유로 제시했다. 이러한 점들은 교사들의 비유 만들기 활동의 단점에 대한 인식에서도 나타났던 요소들이므로, 이를 개선하기 위한 구체적인 방안을 마련한다면 과학영재 수업에서 비유 만들기 활동의 적용 가능성을 보다 높일 수 있을 것이다.

3) 활용 의지에 대한 인식

과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용 의지에 대한 인식 조사 결과를 표 5에 제시했다. 87.4%의 교사들이 과학영재들을 위한 과학 수업을 진행하게 된다면 비유 만들기 활동을 활용할 의지가 있다고 응답했다. 활용 의지가 비유 만들기 활동의 장단점에 대한 인식(장점 $r=.372$, 단점 $r=-.236$, $p<.01$) 및 적용 가능성에 대한 인식($r=.482$, $p<.01$)과 관련성이 있었던 점에 비추어 볼 때, 과학영재 특성과 관련된 비유 만들기 활동의 장점이나 과학영재교육에서의 적용 가능성에 대한 교사들의 긍정적인 인식이 이들의 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 실행 의지에 대한 인식에 긍정적인 영향을 주었다고 생각할 수 있다.

구체적인 활용 방법과 관련된 문항별 결과에서는

는 비유 만들기 활동을 과학영재 수업에서 교수-학습 전략으로 활용하겠다는 응답률이 85.6%로 매우 높게 나타났다.

저는 처음에 이걸 하라고 해서 당황스러웠었거든요? 영재들이라고 보면, 요즘 선발과정에서 지필 평가를 통해서 선발된 아이들은 처음에는 힘들 것 같아요. 그런데 몇 번 연습시키고 하는 방법을 알려주다 보면, 어떤 과제에 대해서 해결 방법을 나름대로 찾기 위해서 사고활동을 많이 하게 되어서 영재 교육에 효과적인 거라는 생각이 됐습니다.

이런 결과는 비유 만들기 활동이 과학영재들의 특성에 적합한 교수-학습 전략이 될 수 있다고 인식하는 교사가 가장 많았던 결과의 영향으로 보인다. 따라서 교사들에게 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 교수-전략으로서의 장단점 및 유용성을 소개함으로써 그 인식을 높인다면, 현장에서의 활용 가능성도 높일 수 있을 것이다.

과학영재 수업의 학습 결과를 평가(67.0%)하거나 학생들의 과학영재성을 판별(56.0%)하는 도구로 활용하겠다는 응답의 비율도 비교적 높게 나타났다. 이는 실제 과학영재교육 현장에서도 비유 만들기 활동이 평가 도구로 유용하게 활용될 가능성을 시사한다고 볼 수 있다. 그러나 과학영재성 판별 도구로 사용하는 것에 대해 부정적인 인식(10.2%) 또는 중립적인 입장(34.7%)을 보인 경우나, 학습 평가 도구로 활용하는 것에 대해 중립적인 입장(31.4%)을 나타낸 경우도 적지 않았다. 이는 앞서 언급했듯이 비

표 5. 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용 의지에 대한 인식 조사 결과

질문 내용	빈도(%)					평균 (표준 편차)	
	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다		
활용 의지 (N=119)	만일 과학영재들을 위한 과학 수업을 진행하게 된다면 비유 만들기 활동을 활용할 의향이 있습니까?	-	1 (0.8)	14 (11.8)	77 (64.7)	27 (22.7)	4.09 (0.61)
	나는 비유 만들기 활동을 과학영재들을 위한 과학 수업에서 교수-학습 전략으로 활용할 생각이다.	-	-	18 (15.3)	77 (65.3)	24 (20.3)	4.05 (0.59)
활용 방법 (N=118)	나는 비유 만들기 활동을 과학영재 수업의 산출물이나 학습 결과를 평가하는 도구로 활용할 생각이다.	-	3 (2.5)	37 (31.4)	67 (56.8)	12 (10.2)	3.74 (0.67)
	나는 비유 만들기 활동을 학생들의 영재성을 판별하는 도구로 활용할 생각이다.	-	12 (10.2)	41 (34.7)	56 (47.5)	10 (8.5)	3.54 (0.79)
계						3.78 (0.53)	

유 만들기 활동을 활용하여 학생들의 영재성이나 학습 결과를 평가할 수 있는 구체적인 준거나 방법 등이 명확하게 제시 및 안내되지 않았기 때문일 수 있으므로, 이를 개선할 수 있는 방법을 모색하여 교사에게 안내할 필요가 있다.

비유를 잘 한다는 것은 어느 정도의 과학적 개념이 쌓여 있다는 것을 의미하기 때문에 판별 도구로 활용할 수 있을 것 같아요. 개념을 알고 있다는 것만으로는 판별할 수 없지만, 영재교육을 받을 수 있는 준비가 되어 있다는 것은 알 수 있을 것 같다고 생각해요. 그러나 창의적 사고 중에서 비유를 많이 만들면 유창성 같은 것을 평가할 수도 있겠지만, 이것 사용해서 무조건적으로 판별한다고 해서 이 학생이 그런 능력을 가지고 있다고 하는 것은 우리가 있을 것 같아요.

글쓰기가 잘 안 되는 아이들도 있을 것 같아서요, 영재 중에서. 그 아이들이 자기의 머릿속에 있는 아이디어를 글로 옮길 때 잘 옮기는 경우도 있겠지만 어려워하는 경우도 있지 않을까. 애들의 아이디어를 보면서 평가도 가능할 것 같다는 생각이 들었는데, 교사가 쉽게 접근하기는 어렵지 않을까.

한편, 과학영재교육에서 비유 만들기를 활용할 의지가 없다고 응답하거나 활용에 대한 부정적인 입장을 지닌 경우도 소수 있었는데, 그 이유로는 교사 스스로가 과학 내용 지식이 부족하다고 생각하거나 비유 만들기 활동 자체에 어려움을 겪었기 때문이라고 응답했다. 즉, 비유 만들기 활동에 사용된 목표 개념에 대한 이해나 비유를 만드는 것 자체에 어려움이 있는 교사들은 비유 만들기 활동을 사용하는 데 어려움을 겪을 수 있으며, 이는 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용 의지에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 교사 연수 등을 통해 비유 만들기 활동에 대한 구체적인 소개 및 실습의 기회뿐만 아니라 다른 교사들과의 논의를 통해 활동에 대한 이해를 심화시킬 수 있는 경험을 제공할 필요가 있다. 또한, 비유 만들기 활동을 위한 활동지나 지도안과 같은 교수-학습 자료에도 이에 대한 정보를 포함시킬 필요가 있다.

영재들이 교사들보다 더 많은 지식을 갖고 있는 경우도 많고, 넓은 지식을 가지고 있는 경우도 많아서, 교사가 쉽게 적용은 절대 못할 것 같아요. 왜냐하면, 아이들보다 내가 월등한 지식을 가지고 있어서 더 좋은 비유를

써서 설명할 수 있을지는 의문점이 있기 때문에 쉽게 사용하지는 못할 것 같아요.

제가 영재가 아니라서 그런지, 비유 만들기 활동 자체가 상당히 어려운 것 같아요. 제가 스스로 잘 모르는데 이걸 학생들에게 적용할 수 있을까. 저는 현장에서 적용하기가 제 스스로 생각할 때는 어려울 것 같아요.

4) 활용을 위해 필요한 요인에 대한 인식

과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 효과적 활용을 위해 필요한 요인에 대한 인식 조사 결과를 표 6에 제시했다. 문항별 평균은 3.81~4.30점이고, 전체 평균은 4.06점으로 '그렇다'에 해당하는 4.0점에 근접하게 나타났다. 이런 결과는 연구 대상 교사들이 실제 과학영재 수업에서 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하기 위해 필요한 요인들에 대해 잘 인식하고 있을 뿐만 아니라 그에 대한 요구도가 높음을 의미한다.

문항별로 분석해 보면, 80% 이상의 교사들이 과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하기 위한 수업 모형(85.7%)과 구체적인 교수-학습 자료(88.2%)가 개발 및 보급될 필요가 있다고 응답했다. 또한, 비유 만들기 활동의 효과적인 활용에 대한 체계적인 교사 연수 프로그램(82.4%)이나 과학영재교육에 대한 교사의 전문성(90.7%)이 필요하다는 응답도 매우 높은 것으로 나타났다. 이는 영재교육 담당 교사는 일반 학생들을 대상으로 할 때와는 다른 방식으로 과학영재 학생들을 교육할 수 있는 특별한 자질과 전문성이 요구되는데(박경희, 서혜애, 2007; Landrum, 2001), 연구 대상 교사들이 이에 대한 자신의 전문성이 부족하다고 인식했기 때문으로 보인다. 즉, 이 교사들은 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하는 데 필요한 자신의 과학영재교육 관련 전문성이 부족하다고 인식하여, 이를 향상시키거나 보완할 수 있는 교사 연수나 구체적인 교수-학습 전략 및 자료에 대한 높은 요구도를 가지고 있다고 해석할 수 있다.

한편, 과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 적용하기 위한 충분한 수업 시간과 장소 등이 필요하다는 응답도 비교적 높게 나타났다(68.1%). 이는 비유 만들기 활동의 단점으로 시간이 많이 걸리는 점을 지적하는 경향이 있었던 본 연구의 결과와 관련 있다고 볼 수 있다. 그러나 수업 시간이나 장소와 같은 환경적인 측면에서의 지원의 필요성은 다른 과

표 6. 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 효과적 활용을 위해 필요한 요인에 대한 인식 조사 결과

질문 내용	빈도(%)					평균 (표준 편차)
	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다	
과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 효과적으로 활용하기 위한 수업 모형이 개발·보급되어야 한다.	-	4 (3.4)	13 (10.9)	87 (73.1)	15 (12.6)	3.95 (0.61)
과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 활용한 구체적인 교수·학습 자료가 개발·보급되어야 한다.	-	3 (2.5)	11 (9.2)	70 (58.8)	35 (29.4)	4.15 (0.68)
과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 효과적인 활용에 대한 체계적인 교사 연수 프로그램이 필요하다.	-	1 (0.8)	20 (16.8)	67 (56.3)	31 (26.1)	4.08 (0.68)
과학영재교육에 대한 교사의 전문성(과학영재의 특성 및 교수 학습 전략에 대한 이해 등)이 필요하다.	-	1 (0.8)	10 (8.4)	60 (50.4)	48 (40.3)	4.30 (0.66)
과학영재교육에서 비유 만들기 활동을 적용하기 위한 충분한 수업 시간과 장소 등이 필요하다.	-	5 (4.2)	33 (27.7)	61 (51.3)	20 (16.8)	3.81 (0.76)
계						4.06 (0.50)

학영재 수업에서도 지속적으로 제기하고 있는 문제이므로(이봉우 등, 2008; 최선영, 2007), 비유 만들기 활동 자체만의 문제로 보기는 어렵다. 오히려 비유 만들기 활동은 기존의 과학영재 프로그램들에 비해 특별한 장소나 많은 시간이 요구되지 않는 활동이므로, 관련 연수에서 이러한 점들을 강조하여 과학영재 수업에서 적극적으로 활용될 수 있도록 안내할 필요가 있다.

기타 의견으로는 비유 만들기에 활용할 수 있는 적절한 과학 내용을 선정하여 제공하거나, 비유 만들기 활동 결과물 예시 자료집 등이 제공될 필요가 있다는 의견이 있었다. 즉, 교사들은 비유 만들기 활동의 목표 개념을 선정하는 데 어려움을 겪을 수 있으며, 비유 만들기 활동의 구체적인 지도 방안 마련에 실질적인 도움이 되는 자료들을 필요로 하고 있으므로, 과학영재교육 관련 교사 연수에서 이러한 요구들을 반영할 필요가 있을 것이다.

2. 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식과 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식의 관계

1) 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식

연구 대상 교사들의 과학영재교육 담당 교사로

서의 자신에 대한 인식 조사 결과(표 7), 모든 문항의 평균이 ‘보통이다’에 해당하는 3.0점보다 낮았다. 즉, 상당수의 연구 대상 교사들이 과학영재 판별 기준에 대한 이해(40.3%), 선별 문항 개발 능력(58.8%), 프로그램 개발 능력(42.0%), 교수·학습 방법 및 전략에 대한 이해(40.4%), 평가 방법에 대한 이해(52.1%) 측면에서 모두 자신의 전문성이 부족하다고 인식하는 경향이 있었다. 이는 과학영재교육 담당 교사의 자기 자신에 대한 인식 수준이 전반적으로 다소 부정적인 수준을 보였던 선행 연구(심규철, 김현섭, 2006)의 결과와 유사하다. 이는 과학영재교육을 담당할 예정인 교사들뿐 아니라 현재 담당하고 있는 교사들조차도 과학영재 판별과 평가 및 교수·학습 방법에 대한 이해가 부족할 뿐만 아니라 이와 관련된 실제적인 경험, 예를 들어 과학영재 판별 및 평가 과정이나 교육 과정 운영 및 교육 프로그램 개발 과정에 직접 참여한 경험이 부족하기 때문에 나타난 결과로 보인다(이봉우 등, 2008; 최원호 등, 2009).

2) 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식과 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식의 관계

이 연구와 같은 사회과학 분야의 각종 조사 분석, 특히 리커트 척도와 같이 변수가 가질 수 있는 값이 한정된 경우에서는 상관관계가 가설처럼 높게 나오지 않는 경우가 자주 있으므로, 낮은 상관관계($r=.20 \sim$

표 7. 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식 조사 결과

질문 내용	빈도(%)					평균 (표준 편차)
	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다	
나는 과학영재 편별 기준에 대해 이해하고 있다고 생각한다.	6 (5.0)	42 (35.3)	44 (37.0)	26 (21.8)	1 (0.8)	2.79 (0.91)
나는 과학영재 선발 문항을 개발하여 사용할 수 있다고 생각한다.	21 (17.6)	49 (41.2)	33 (27.7)	16 (13.4)	-	2.40 (0.95)
나는 과학영재교육 프로그램을 개발하여 사용할 수 있다고 생각한다.	17 (14.3)	33 (27.7)	39 (32.8)	28 (23.5)	2 (1.7)	2.73 (1.04)
나는 과학영재 교수·학습 방법 및 전략에 대해 이해하고 있다고 생각한다.	14 (11.8)	34 (28.6)	52 (43.7)	18 (15.1)	1 (0.8)	2.66 (0.90)
나는 과학영재교육 평가 방법에 대해 이해하고 있다고 생각한다.	13 (10.9)	49 (41.2)	41 (34.5)	16 (13.4)	-	2.52 (0.89)
계						2.60 (0.76)

.40)라 하더라도 중요한 가치를 가지고 있는 경우가 많다(권세혁, 2008; 우수명, 2007). 따라서 이 연구에서는 다소 제한점이 있지만 유의도 값에 기초하여 변수 간의 상관관계의 의미를 판단했으므로, 관련 연구 결과 및 해석을 이해하는 데 주의가 필요하다.

과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식과 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 인식 변인들에 대한 상관분석 결과는 표 8과 같다. 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식은 비유 만들기 활동의 장점에 대한 인식($r=.221, p<.05$), 적용 가능성에 대한 인식($r=.189, p<.05$), 활용 방안에 대한 인식($r=.244, p<.01$), 효과적으로 활용하기 위해 필요한 요인에 대한 인식($r=.208, p<.05$)과 통계적으로 유의미한 정적 상관관계가 있었으나, 대체적으로 상관계수는 .20 수준으로 낮은 상관을 보였다. 이런 결과는 교사들의 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식이 긍정적일수록 과학영재 수업에서 비유 만들기 활동의 장점과 적용 가능성 및 활용 방안에 대한 인식이 비교적 긍정적

이고, 보다 효과적인 활용을 위해 필요한 요인에 대한 인식이 다소 높아질 가능성을 보여준다. 또한 실제 초등 과학영재교육에서 비유 만들기 활동이 효과적으로 활용되기 위해서는 담당 교사들에게 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 장점과 적용 가능성 및 활용 방안에 대해 적극적으로 안내할 뿐만 아니라, 이들의 과학영재교육에 대한 전문성과 이에 대한 인식을 제고하기 위한 노력도 병행할 필요가 있음을 시사한다.

한편, 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식은 비유 만들기 활동의 단점($r=-.178, p>.05$)과는 밀접한 관련이 없었다. 비유 만들기 활동의 단점에 대한 인식의 각 문항별 평균의 편차가 크다는 점을 고려할 때, 이런 결과는 각 문항들이 응답에서의 일정한 방향성을 지니지 않거나 과학영재교육 관련 전문성과 관련이 적기 때문에 나타났을 수 있다. 예를 들어, 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식이 높은 교사일수록 비유 만들기 과정에서 겪는 어려움 측면의 문항에는 동의하는 방향으로

표 8. 교사의 인식 변인들에 대한 상관분석 결과

	장점	단점	적용 가능성	활용 의지	활용 방법	필요한 요인
과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식	.221*	-.178	.189*	.127	.244**	.208*

* $p<.05$, ** $p<.01$.

응답할 수 있으나, 오개념 유발이나 평가의 어려움 측면에서는 동의하지 않는 방향으로 응답할 수 있다. 또한, 학습 환경 측면의 문항들에서는 과학영재 교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식과 관계없이 응답했을 수 있다.

과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식은 활용 의지와도 밀접한 관련이 없었다($r=.127, p>.05$). 이는 초등영재교육 담당 교사들이 과학영재 교육의 전문성에 대한 인식이 높은 경우에도 실제로 전문성을 실행하는 수준은 상대적으로 낮을 수 있기 때문(윤미라, 강충렬, 2009)으로 볼 수 있다. 또한, 연구 대상 교사들의 활용 의지가 전반적으로 매우 높았던 점에서 볼 때, 과학영재교육 관련 전문성에 대한 인식과 관계없이 교사들이 과학영재교육에서 비유 만들기의 활용에 대해 높은 의지를 가지고 있었기 때문으로 해석할 수도 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 활용에 대한 초등학교 교사들의 인식을 조사했다. 또한, 이 인식들과 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식의 관계도 조사했다.

연구 결과, 초등학교 교사들은 과학영재교육과 관련된 비유 만들기 활동의 인지적·정의적 학습 환경 측면에서의 장단점에 대해 비교적 잘 이해하고 있었다. 또한, 이들의 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 적용 가능성과 활용 의지에 대한 인식도 매우 긍정적이었다. 과학영재교육에서 비유 만들기 활동의 효과적 활용을 위해 필요한 다양한 요인에 대한 인식도 높았다. 그러나 이들의 과학영재교육 담당 교사로서의 자신에 대한 인식은 비교적 낮은 편이었으며, 이 인식이 긍정적일수록 과학영재 수업에서 비유 만들기 활동의 장점과 적용 가능성 및 활용 방안에 대한 인식이 긍정적이고, 보다 효과적인 활용을 위해 필요한 다양한 요인에 대한 요구도가 높은 경향성이 있었다.

우리나라 과학영재교육 기관의 교육 과정 편성 과정에서 담당 교사가 차지하는 역할이 매우 크므로, 학생들의 영재성 판별 도구나 과학영재들의 특성에 적합한 과학 교수-학습 전략 및 학습 평가 도구로써 비유 만들기 활동의 활용 가치에 대한 담당 교사들의 긍정적인 평가는 매우 의미 있는 결과라

할 수 있다. 특히, 현재 과학영재교육 현장에서 활용할 수 있는 판별 도구나 교수-학습 전략 및 자료, 평가 도구 등이 매우 부족하거나 다양하지 않고, 과학영재 수업을 위한 장소나 장비가 부족하다는 점이 항상 지적되고 있는 현실을 고려할 때, 그 의미는 더욱 크다고 할 수 있다.

그러나 적지 않은 교사들이 비유 만들기 활동이 오히려 오개념을 유발할 수 있고, 산출물을 평가하는 데 어려움이 있으며, 실제 수업에 적용하기에는 시간이 많이 필요하다는 점 등을 문제점으로 지적했다. 또한, 상당수의 교사들이 과학영재교육에서 비유 만들기 활동이 효과적으로 활용되기 위해서는 효과적인 비유 만들기 활동 활용 수업 모형과 교수-학습 자료가 개발 및 보급되어야 하고, 체계적인 교사 연수 프로그램이 제공될 필요가 있으며, 충분한 수업 시간과 장소 등이 지원되어야 한다고 인식하고 있었다. 따라서 비유 만들기 활동의 산출물을 통해 과학영재를 판별하거나 학습 결과를 평가하기 위한 이론적 근거와 구체적인 방안을 마련하여 단점을 보완하고, 효과적인 비유 만들기 활용 교수-학습 전략과 자료들을 개발하여 교사 연수, 대학 강의, 학회, 교사 모임 등을 통해 보급함으로써 교사들의 인식을 개선한다면, 그 활용 가능성을 더욱 높일 수 있을 것이다.

이를 위한 방법으로 이 연구에서 활용한 방법과 연구 결과 및 논의에서 제시한 방법들을 고려해 볼 수 있다. 즉, 교사 스스로 비유 만들기 활동의 유용성을 인식할 수 있도록 하기 위해, 교사들에게 직접 여러 개의 비유를 만들고 자신의 비유 만들기 과정에 대해 생각해 보도록 함으로써 그 과정에서 필요한 능력들에 대해 반성적으로 사고해 보는 기회를 제공할 필요가 있다. 또한, 비유 만들기 활동은 특별한 장비나 장소, 많은 시간이 필요하지 않아 실험 수업에 비해 융통성 있게 활용할 수 있으므로, 실험 수업의 대체 활동으로 활용하거나 실험 수업과 연계하여 진행할 수 있음을 교사에게 안내할 필요가 있다. 예를 들어, 비유 만들기 활동을 탐구 실험 후에 개념 이해 또는 사고력 향상을 위한 심화 학습에 활용하거나, 학습 결과를 평가하는 활동으로 활용하거나, 비유 만들기 활동의 각 단계에 할애하는 시간을 필요에 따라 조정할 수 있음을 안내할 수 있을 것이다. 또한, 만든 비유의 개수와 소재의 다양성 및 독창성, 목표 개념과 비유물의 유사점과 차이점

을 대응시키는 정도 등을 정량화하는 방법을 구체적으로 소개함으로써, 비유 만들기 활동이 과학영재성 판별 도구나 학습 평가 도구로 충분히 활용될 수 있음을 안내하기 위한 노력도 필요하다.

참고문헌

교육과학기술부(2009). 내년, 영재교육 대상자 선발시험 폐지 구체화. 교육과학기술부 보도자료(2009. 8. 24.).

권세혁(2008). 다변량 데이터 분석과 활용. 서울: 자유아카데미.

권혁순(2000). 화학 교육에서 비유의 사용 현황과 비유를 사용할 때 개념 이해에 영향을 미치는 요인. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

김경순, 최은규, 차정호, 노태희(2006). 중학교 과학 개념 학습에서 비유 만들기를 이용한 수업이 학생들의 개념 이해에 미치는 효과. 대한화학회지, 50(4), 338-345.

김경순, 황선영, 노태희(2008). 비유 만들기를 활용한 반응 속도 개념 학습에서 학생들이 만든 비유의 유형과 대응 관계 이해도 및 대응 오류 조사. 대한화학회지, 52(4), 412-422.

김경진, 권병두, 김찬종, 최승언(2005). 과학영재학교 과학교사들의 영재교육에 대한 신념과 교수활동 유형. 한국과학교육학회지, 25(4), 514-525.

김동렬(2008). 유전 관련 개념에 대한 고등학생들의 비유 만들기 수업의 적용 효과. 한국과학교육학회지, 28(5), 424-437.

김덕호, 강경희, 박현주(2009). 과학영재교육원 운영에 대한 서울시과학영재교육원 교사들의 고려사항. 한국과학교육학회지, 29(1), 90-105.

김유정, 문세정, 노태희(2009). 크로마토그래피 개념에 대해 중학교 과학영재가 만든 비유의 유형과 대응 오류 및 비유 만들기 활동에 대한 인식 조사. 한국과학교육학회지, 29(8), 861-873.

김희백(2003). 생물 영재 프로그램. 2003년도 영재교육 담당교원 심화연수 합숙연수 워크숍 자료, 173-186.

노태희, 양찬호, 강훈식(2009). 포화용액 개념에 대해 초등 과학영재와 일반 학생들이 만든 비유의 특성과 대응 관계 이해도 및 대응 오류. 초등과학교육, 28(3), 292-303.

노희진, 김동욱, 백성혜(2008). 과학고등학교 교사들의 영재교육에 대한 신념과 실제수업의 관련성. 대한화학회지, 52(2), 169-178.

류수경(2005). 과학 교수-학습에서 사용되는 비유 분석과 비유를 활용한 수업의 효과. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.

박경희, 서혜애(2007). 영재교육 교사 전문성의 구성요소

탐색 연구. 영재교육연구, 17(1), 77-98.

박종원(2007). 과학적 창의성 활동 자료의 개발. 2007년도 교과교육공동연구지원사업. 한국학술진흥재단.

서혜애, 이운호(2003). 영재교육기관의 교수·학습실태 분석. 중등교육연구, 51(2), 69-86.

신미영, 전미란, 최승언(2005). 서울대학교 과학 영재 프로그램의 학습 목표, 과학적 모형, 과학탐구의 인지 과정 분석. 한국지구과학회지, 26(5), 387-395.

심규철, 김현섭(2006). 지역 영재교육원 과학영재교육 담당 교사의 영재교육에 대한 인식 조사. 한국생물교육학회지, 34(4), 479-484.

우수명(2007). 마우스로 잡는 SPSS 14.0. 서울: 인간과 복지.

윤미라, 강충렬 (2009). 초등학교 영재교육 담당 교사의 교사 전문성에 대한 인식과 실행 수준 분석. 초등교육학연구, 16(2), 103-123.

이봉우, 손정우, 최원호, 이인호, 전영석, 최정훈(2008). 과학영재교육에서 교사들이 겪는 어려움. 초등과학교육, 27(3), 252-260.

정득실, 김찬종, 이선경, 오필석, 맹승호, 정에란(2007). 구성주의적 수업을 위한 워크숍에 참여한 중등 과학 교사의 교수 지향과 수업 실행. 한국과학교육학회지, 27(5), 432-446.

주영, 강훈식, 노태희(2009). 초·중등 예비교사들의 과학과 협동학습에 대한 인식과 교육요구. 대한화학회지, 53(4), 432-444.

최선영(2007). 초등과학 영재학급 담당 교사의 영재 교육에 대한 인식 조사. 초등과학교육, 26(3), 252-259.

최선영, 이은정, 강호감(2006). 초등과학 학습에서의 창의력 향상을 위한 시각적 비유학습의 효과. 한국과학교육학회지, 26(2), 167-176.

최원호, 손정우, 이봉우, 이인호, 최정훈(2009). 과학 영재 교육 교사 연수에서 '교수내용지식'을 활용한 교수 전략의 개발과 적용. 초등과학교육, 28(1), 9-23.

한재영, 이지영, 이혜인, 노태희(2006). 과학 수업에서의 협동학습에 대한 교사들의 인식. 열린교육연구, 14(3), 103-117.

BouJaoude, S. & Tamim, R. (2000). Analogies generated by middle-school science students-types and usefulness. *School Science Review*, 82(299), 57-63.

Glynn, S. M. (1996). Effects of instruction to generate analogies on students' recall of science text. (Reading Research Report No. 60). Athens, GA: National Reading Research Center. (ERIC Document Reproduction Service No.ED396259). Retrieved April 10, 2007, from <http://www.eric.ed.gov/>

Landrum, M. S. (2001). Professional development. In M. S. Landrum, C. M. Callahan, & B. D. Shaklee (Eds.), *Aiming for excellence: Annotations to the NAGC Pre-K-grade 12*

- gifted program standards*. New York: Prufrock Press Inc.
- Lumpe, A. T., Czerniak, C. M. & Haney, J. J. (1998). Science teacher beliefs and intentions regarding the use of cooperative learning. *School Science and Mathematics*, 98(3), 123-135.
- Middleton, J. L. (1991). Student-generated analogies in biology. *American Biology Teacher*, 53(1), 42-46.
- Nottis, K. E. K. & McFarland, J. (2001). A comparative analysis of pre-service teacher analogies generated for process and structure concepts. *Electronic Journal of Science Education*, 5(4). [URL] <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/knottisetal.html>
- Spier-Dance, L., Mayer-Smith, J., Dance, N. & Khan, S. (2005). The role of student-generated analogies in promoting conceptual understanding for undergraduate chemistry students. *Research in Science and Technological Education*, 23(2), 163-178.
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W. & Powell, J. C. (2000). *Teaching secondary school science: Strategies for development scientific literacy*, 7th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Merrill.