

과학 비유 수업에 대한 예비 교사와 현직 교사의 인식 조사 도구의 탐색적 개발 및 적용

권성기 · 강남화[†]

(대구교육대학교) · (오레곤 주립대학교)[†]

Exploratory Developing Instruments for and Assessing Awareness of Science Teaching through Analogy among Pre- and In-service Elementary Teachers

Kwon, Sunggi · Kang, Nam-Hwa[†]

(Daegu National University of Education) · (Oregon State University)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop an instrument for assessing teachers' awareness of science teaching through analogy (ASTA) and to establish its validity and reliability. Based on the literatures on science teaching with analogies, we constructed 23 survey items. Face validity of the items was established using three science education experts. Through exploratory factor analysis with responses of 35 pre- and 26 inservice elementary school teachers, the instruments were constructed on four subcategories: awareness of analogies in science, use of analogy in teaching and learning, self-efficacy in science knowledge, and knowledge of analogy. The data collected from pre- and in-service elementary teachers demonstrated that overall the teachers' awareness of analogy in science was neutral, which indicated they did not have clear standpoints of science teaching through analogy. Further examination demonstrated that there was no significant difference between pre- and in-service teachers and between two genders. Moreover, there was no significant difference among teachers who preferred either didactic or discovery teaching approaches. We conclude that ASTA test would contribute assessment of teachers' awareness of analogy in science teaching while further examination of the instrument will warrant for its broader use.

Key words : analogy, science teaching, analogy instruments, elementary teacher

I. 서 론

국내의 과학교육에서 비유에 대한 연구는 여러 가지 방향으로 진행되고 있다. 그 중 한 가지 방향으로 과학 학습 분야에서 과학 개념을 이해하는데 비유가 도움을 주는 가를 연구한 것을 들 수 있다. 가령, 물리 개념인 전류를 설명할 때 물 회로 비유를 사용하는 경우들(김영민, 1991; 김영민 등,

1990; 김영민과 박희숙, 2000; 김현재 등, 1992; 류경란과 김영민, 1999, 유병길 등, 2000; 이현주와 이영애, 2000)이 발표되었다. 물론 그 이후에는 과학 학습 분야의 비유 사용을 더욱 미시적이고 인지적 측면에서 분석하거나 그 효과를 높이려는 연구가 상대적으로 많아졌다(권혁순, 2000; 노태희 등, 1999; 노태희 등, 1998). 현행 과학교육과정이나 과학 교과서에서 비유가 어떻게 활용되는 가를 조사

이 연구는 2005년도 대구교육대학교 교내 연구비의 지원을 받았음.

2007.11.3(접수), 2007.12.12(1심 통과), 2007.12.27(2심 통과), 2008.1.27(최종 통과)

E-mail: kwonsg@dnue.ac.kr(권성기)

분석하는 연구들(최선영, 2006; 노태희 등, 1997; 최경희 등, 2003)도 여러 차례 수행되었다. 또, 과학 수업 방법으로 비유를 활용한 연구들(김영민과 박승재, 2001; 1992; 이선옥, 1997; 최경희, 2004; 고성자 등, 2007)도 발표되어 학교 과학 수업 현장에서 관심을 끌고 있다.

비유는 두 가지 다른 분야에서 어떤 대상의 성질과 관계를 비교하는 과정이다(Dagher, 1998). 이런 비교하는 과정에서 새로운 지식이 만들어지면 성공적 비유 혹은 타당한 비유라고 말할 수 있다. 그리고 비유를 검증하는 일은 비유에서 유도된 가설을 검증하는 의미이다. 또한, 과학 분야에서 비유가 자주 사용되는 이유는 여러 가지가 있다(김영민, 박승재, 2002). 그 중에 Campbell(1957)은 비유는 이론에서 필수 불가결한 것으로써 비유가 없으면 이론은 비교할만한 가치도 없고 이름의 가치도 없다고 믿고 있다. 그 이후에 Nersessian(1992)은 비판적인 교수법의 발견 과정의 하나로서 유추적 추리를 과학적인 발견의 과정 속에서 통상 사용한다고 지적하였다. 새로운 지식을 구성함에 있어서 비유가 중심적인 역할을 했던 과학적 예시들 중에는 뉴턴의 만유인력 법칙, 다윈의 자연 선택설, 그리고 러더포드와 보어의 아원자 이론의 경우를 들고 있다. 더 나아가 Nersessian(1992)는 “비유가 단순히 실제적인 문제 해결에서의 논리적인 추론을 하여 사고를 안내해 주는 것이 아니라, 그들 스스로가 추론하고 문제를 해결할 수 있게 한다”고 결론을 내리고 있다.

대부분 교사들은 학생들이 이해하기 어려운 개념이나 이론을 가르칠 때 그 개념이나 이론을 비유를 들어가면서 사용한다. 가령 수소 원자를 태양계와 행성으로 비유하여 쉽게 학습시킬 수 있다고 생각한다. 교사들이 비유법을 수업에서 활용하는 이유는 의사소통의 도구로서 비유 방법은 어려운 개념을 단순화하고 잘 모르는 체제, 개념 혹은 어떤 대상을 더 잘 아는 것과 비교하여 추상적인 개념을 구체적인 것으로 만들 수 있기 때문이다. 이런 비유는 과학 개념뿐만 아니라 과학적 과정을 학습하는데도 도움을 준다(Duit, 1991). 비유법은 창의성과 과학적인 지식의 향상을 위한 장치로서 의사소통이나 학습에서 널리 사용되고 있다(Dreistadt, 1968).

그러나 아직도 수업에서 비유를 사용하는 것은 매우 제한적이며, 교사의 적절한 기법이 없거나 비유가 학생을 잘못된 방향으로 이끌어갈 수도 있

다(Treagust *et al.*, 1992). 과학교과서나 수업에서 비유를 활용하는 일은 장점뿐 아니라 한계가 있음도 분명히 인식할 필요가 있다. 비유가 가진 한계 중에 대표적인 것이 비유물을 충분히 이해하고 있음을 전제하는 데서 생겨난다. 예를 들어 학생들이 물 펌프에 대해서 충분히 알지 못하는 경우에 전기 회로의 흐름을 설명할 때 물 펌프를 이용한 비유는 도움이 되지 않을 수도 있다(Gentner와 Gentner, 1983). 또한, Stocklmayer와 Treagust(1996)의 전기의 지각 모델에 대한 연구에 따르면, 고등학교에서 학생들에게 비유를 활용하지만, 이러한 비유 활용이 대학교 강의와 전기 기술자들 사이에 사용할 때는 다르다는 것이다. 가령 대학생 그룹은 전기에 대하여 기계학적인 모델을 고수한데 비하여 전기 기술자 그룹은 장(field) 모델로 지각한다는 것이다. 이렇게 교과서와 수업에서는 기계적인 비유를 고수하고 있게 되면 고차원적인 개념을 이해하는데 제한하는 문제를 갖게 된다. 이렇게 비유가 활용될 때 생기는 문제는 학생들의 경험 부족과 이해의 어려움에 기인하고 있다. 다른 측면에서 Dagher(1998)는 비유 연구에 대한 특징을 일부 연구만이 비유 활용 교수법을 다른 접근법과 비교할 뿐으로 다른 모델들과 비교해 보는 경험적인 연구는 거의 없다고 지적하였다. 이와 같이 과학교육에 비유를 도입하여 수업에서 활용하는 일에는 장단점을 모두 가지고 있다는 면을 인식하는 것이 매우 중요하다.

따라서 과학 수업에서 비유를 활용하는 방안에 대한 교사의 인식을 조사하는 방법이나 구체적인 검사 도구는 거의 개발되지 않았기에, 본 연구는 과학 수업에서 비유를 활용하는 데 대한 인식을 조사하기 위한 검사 도구를 개발하려는 것이다. 이를 위하여 과학 비유 수업에 대한 인식에 영향을 주는 요인들을 문헌 연구를 통하여 과학 비유 수업의 인식을 구성하는 하위 영역을 추출하고, 각 하위 영역별로 문항을 개발하였다. 이렇게 개발된 문항을 탐색적 요인 분석 과정을 거쳐 신뢰도와 타당도를 가진 검사 도구로서 개발할 수 있었다. 이와 함께 과학 비유 인식의 하위 영역별로 과학 비유 수업에 대하여 인식한 결과를 남녀별 및 선호하는 수업 유형별로 비교해 보았다. 그럼으로써 과학 비유 수업에 대한 효과를 검증하는데 도움을 줄 수 있는 검사 도구가 될 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 방법과 연구 대상

과학교육에서 비유와 관련된 연구를 리뷰한 결과, 주로 비유 관련 연구의 방향이 과학 교수 방법, 과학 학습 분야, 과학 교육 과정의 측면을 맞추어 이루어지고 있으며, 그 외에 과학 분야 자체에 비유가 어떻게 활용되며, 역사적으로 어떻게 비유를 만들었는가를 조사하는 방향도 있었다. 비록 이런 측면들이 명확히 구별되는 것은 아니지만, 과학교육에서 비유를 활용하는 방식에 영향을 주는 배경이나 차원으로 설정할 수 있었다. 이 네 가지 영역을 중심으로 비유 인식 검사 도구의 문항을 일차적으로 개발하였다.

이 검사 문항을 개발하기 위해 표 1처럼 4개의 하위 영역으로 나누었고, 각 하위 영역에 여러 개의 문항들이 포함되게 하였다.

하위 영역 중 하나인 과학에서의 비유 이해라는 영역은 과학 분야에서 사용되는 비유의 일반적인 특성을 인식하고 있는 가를 조사하기 위한 것이었다. 4개의 문항이 주로 자연 현상을 이해하는데 비유를 이용하거나 실체를 설명하는 비유 자체에 대한 것을 진술한 것들이었다. 과학 지식에 대한 자신감은 교사 자신이 과학 지식을 잘 알고 있는 것뿐만 아니라 자신감을 느끼는 지를 조사하는 영역으로 5개 문항이 포함되어 있다. 비록 이 영역은 비유 수업에 대한 인식과 밀접하게 연관된 하위 영역으로 처음에 설정되지는 않았지만, 초등 교사가 과학 수업에서 겪는 어려움을 전문 지식 영역, 실험 실습 영역, 수업 지도 영역으로 구분한 연구(윤혜경, 2004; 이수아 등, 2007)에서 지적된 것처럼 전반적으로 과학 지식에 대한 자신감이 수업 방법으로

표 1. 과학 비유 수업에 대한 인식 조사 도구의 하위 영역별 문항

하위 영역	문항 번호	문항 수
과학에서 비유 이해	5, 6, 12, 13	4
과학 지식에 대한 자신감	7, 14, 17, 20, 23	5
과학 학습에 유용	1, 4, 9, 18, 19	5
과학 수업에 유용	2, 3, 8, 10, 11, 15, 16, 22, 21	9
총		23

서 비유를 활용할 때 영향을 줄 것으로 보이기 때문에 포함되었다. 과학 학습에 유용한가에 대한 영역은 과학을 공부하는 과정에서 비유가 유용하게 사용되어 과학을 이해하는 데 도움이 되는 지를 조사하기 위한 영역으로 5개 문항이 포함되었다. 과학 수업에서 비유의 유용 영역은 과학 학습 영역과 엄밀하게 구별되지 않지만, 학생들이 학습하는 것 보다는 교사가 과학 수업을 진행하는 측면에서 비유가 수업에 도움이 되며, 그 비유가 유용한가를 조사하기 위한 하위 영역을 의미하며, 9개의 문항으로 구성되도록 하였다.

연구 대상은 우리나라 지방의 한 광역시에 소재한 교육대학교 학생 35명(남학생은 10명, 여학생은 25명)과 같은 지역의 현직 초등 교사 26명을 대상으로 과학 비유 수업에 대한 인식 검사 도구를 실시하였다. 이 학생들은 검사를 실시할 당시에 3학년 과목으로 과학과교육 강의를 수강하는 중에 과학 비유 수업에 대한 주제를 공부하였다. 검사 결과인 리커트 척도 점수를 1~5점의 점수로 변환시켜 윈도우용 SPSS 9.0을 이용하여 통계 분석을 수행했고, 주성분 요인 분석과 회전 요인 분석을 탐색적으로 실시하였다.

2. 연구의 한계

과학 수업의 비유 인식의 하위 영역들이 서로 완전히 독립적이라고 볼 수는 없으며, 각 하위 영역에 속하는 문항들도 하나의 하위 범주에 속한다고 보기는 어려울 수 있다. 또한, 탐색적 요인 분석을 위한 연구 대상이 무선 표집에 의한 것이 아니므로, 요인 분석의 결과를 확증적으로 해석하는 데는 무리가 있을 수 있다. 또한, 연구 대상을 추후에 늘려서 보완하였으므로 본 연구의 검사 도구를 탐색적 요인 분석을 실시하였고, 후속 과제에서 더욱 엄밀하고 타당한 연구 과정을 추가할 필요가 있다.

III. 연구 결과

1. 과학 비유 수업에 대한 인식 조사 도구의 개발 결과

비유를 활용하는 과학 수업에 대한 인식을 조사하기 위한 도구는 비유를 통한 과학 수업 인식(ASTA: awareness of science teaching through analo-

gy) 검사라고 부른다. 과학 비유 수업에 대한 인식 검사 도구 문항 중 일부만 표 2에 실어 놓았다.

한편, 이 검사 문항을 개발할 때 과학교육 전문가 3인의 내용 일치도를 확인하였으며, 연구 대상에게 실시한 결과에서 크론바하 알파값으로 구한 신뢰도는 0.906으로 나타났다.

2. 과학 비유 수업에 대한 인식의 요인 분석

과학 비유 수업 인식 검사로서 개발된 리커트 형식의 23개 문항을 지방의 한 교육대학생 중에서 비유 활용 수업을 수강한 학과(35명)에게 실시하였고, 추후에 같은 지역의 교육대학교 연수에 참여하는 현직 초등학교 교사들 26명에게 다시 실시하였다. 물론 연구 대상을 무선 표집으로 선정하지 않았기 때문에 요인 분석의 결과를 엄밀하게 적용하는데 무리가 있을 수 있다. 그러나 본 연구에서는 탐색적 분석을 중심으로 ASTA 검사의 요인 타당도와 그 하위 차원별 결과를 개략적으로 조사하는 목적에는 큰 문제가 없을 것으로 판단되었다. 탐색적 요인 분석 결과 중에 주성분 요인 분석의 회전시킨 결과가 표 3이다.

표 3의 요인 분석 결과에서 4개의 요인이 추출되었으며, 4개의 요인을 이론적인 범주와 구별하기 위하여 성분이라고 불렀다. 성분 1은 표 1의 과학 학습에서 유용, 과학 수업에서 유용, 과학에서의 비유 유용성이라는 세 가지 하위 영역이 한 가지 성분으로 묶이는 것으로 나타났지만, 과학 비유 수업을 설정한 하위 영역을 고려하여, 과학 교수·학습에서의 비유의 유용성 요인으로 구별하였다. 성분 3은 과학 지식에 대한 자신감에 속한 문항들로 묶여있는 것으로 나타났으며, 문항 7번, 14번, 20번은 한 가지 요인이라고 볼 수 있었다. 마지막으로 성분 4는 비

표 3. ASTA 검사의 요인 분석 결과 중 회전*시킨 결과

문항 번호	성분			
	1	2	3	4
1	.884	.077	-.131	.259
13	.839	.180	-.119	.243
2	.830	.148	.043	.241
6	.822	.094	-.146	.112
5	.805	.092	.071	.033
4	.798	.135	.034	.021
8	.779	.142	.070	.280
18	.762	.285	-.053	.312
9	.726	.171	.034	.258
19	-.716	.236	.257	-.199
16	.697	.276	-.059	.440
11	.622	.583	.137	.036
12	.465	.414	.142	-.445
22	.109	.881	.157	-.009
21	.052	.749	.044	.206
23	.477	.538	.202	.307
7	-.260	-.093	.851	.108
14	-.004	.176	.844	.010
20	-.005	.205	.782	.100
15	.298	.111	-.084	.693
10	.252	.083	.182	.685
17	.353	.263	.390	.580
3	.392	.022	.277	.460

*회전 방법: Kaiser 정규화를 통한 Var. max.

표 2. 과학 비유 수업에 대한 인식 검사 도구의 예시 문항과 응답 비율

(단위 : %)

문항 번호	응답 분포				
	SD	D	UN	A	SA*
5. 과학자들은 자연 세계를 이해하는데 도움을 얻기 위하여 비유를 활용한다.	8	23	28	31	6
2. 나는 앞으로 과학 수업에서 비유를 자주 사용할 것이다.	5	23	26	38	8
7. 나는 과학 지식에 자신이 있다.	8	21	36	30	5
10. 나는 비유를 과학 수업에 어떻게 활용해야 하는 지 알지 못한다.**	0	28	36	28	8

* SD는 강한 반대, D는 반대, UN은 불확실, A는 긍정, SA는 강한 긍정을 의미.

** 부정으로 진술된 문항을 점수화할 때는 역으로 계산함.

유에 대한 이해도에 관한 요인으로 구별됨을 알 수 있었다. 최종적으로 탐색적 요인을 이론적인 범주에 기초하여 다시 재조정하는 방식으로 최종적으로 ASTA 검사의 요인을 재범주화하였다(표 4 참고).

ASTA 검사의 각 하위 요인간 상관 계수를 구한 결과를 보면, 비유의 유용성 영역, 비유의 활용 의지, 비유의 이해 등은 서로 유의한 상관을 보였지만, 과학 지식에 대한 자신감 영역은 비유에 대한 이해 영역과 낮은 상관을 보였을 뿐 전반적으로 상관이 없는 것으로 나타났다.

3. 예비 초등교사와 현직 교사의 과학 비유 수업에 대한 인식 조사 결과

우리나라 지방의 교육대학교 학생들과 초등학교 교사를 대상으로 과학 비유 수업에 대한 인식 검사 도구(ASTA)를 실시한 결과를 보면, 과학 비유 수업에 대한 인식의 전체 점수뿐만 아니라 네 가지 하위 요인별 평균 점수는 약간 차이가 있긴 하지만, 모든 요인에서 3.12에서 3.17에 분포하였다(표 5). 이런 중간 점수를 보인 것으로 볼 때 이들은 과학 비유 수업에 대한 인식에서 강한 긍정이나 강한 반대가 아닌 중간적인 불확실한 관점을 가지고 있다고 볼 수 있다. 두 집단 중에서 현직 초등교사 집단이 각 하위 범주별로 대체로 높은 점수를 보였으나, F 검증 결과 유의한 차이는 아니었다. 따라서 교육대학생이나 현직 교사들은 비유를 활용하는 인식에서 서로 다르지 않으며, 모두 중간적인 관점을 가지고 있다고 볼 수 있다.

한편, 성별, 선호하는 수업 유형(설명식-발견식)에 따라 각 하위 범주별로 어떠한 차이가 있는지 살펴보았다. 표 6에서 평균값 차이를 비교해 보면 모든 하위 범주에서는 남자가 여자보다 훨씬 더 긍

표 5. 과학 비유 수업에 대한 인식의 하위 범주별 평균값

집단/하위 범주	비유의 유용성	비유의 활용 의지	과학 지식의 자신감	비유에 대한 이해
교육대학생 (35명)	3.02	3.06	3.03	3.07
현직 교사 (26명)	3.28	3.32	3.10	3.29
전체 평균	3.13	3.17	3.12	3.16

표 6. 성별에 따른 ASTA의 하위 요인별 평균과 표준 편차

성별 /하위 범주	비유의 유용성	비유의 활용 의지	과학 지식의 자신감	비유에 대한 이해
남 평균 (20명)	3.26	3.30	3.16	3.22
표준편차	.56	.73	.57	.71
여 평균 (41명)	3.07	3.10	3.09	3.14
표준편차	.702	.85	.86	.64

정적으로 인식하는 것으로 보이지만, 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 교육대학생과 초등학교 교사들은 과학 수업에서 비유를 활용하는 것에 대하여 성별에 따라 차이가 없이 비슷한 인식을 하고 있다. 또한, 표 7에서 설명식 수업을 선호하는 유형보다 발견식 수업을 선호할수록 과학 비유 수업에 대한 인식이 약간 높은 것으로 보이지만 통계적으로 유의하지 않았다.

IV. 연구 결론 및 시사점

과학 비유 수업에서 비유를 활용하는 방안을 조사할 때 필수적으로 요구되는 것이 교사의 비유 수업에 대한 인식 조사 도구일 것이다. 본 연구에서

표 4. 과학 비유 수업에 대한 인식 조사 도구의 요인과 문항 분포 및 스피어만 상관

하위 요인들 (문항 번호)	비유의 유용성 (1, 4, 5, 12, 13, 16, 18, 19, 21, 22)	비유의 활용 의지 (2, 6, 8, 9, 11, 23)	과학 지식의 자신감 (7, 14, 20)	비유에 대한 이해 (3, 10, 15, 17)
비유의 유용성	1.00	.90**	.01	.53**
비유의 활용 의지	.90**	1.00	.35	.63**
과학 지식의 자신감	.01	.35	1.00	.27*
비유에 대한 이해	.53**	.63**	.27*	1.00

* .01 유의도 수준, ** .05 유의도 수준.

표 7. 선호하는 수업 유형에 따른 ASTA의 하위 요인별 평균과 표준 편차

선호하는 수업 유형		비유의 유용성	비유의 활용 의지	과학 지식의 자신감	비유에 대한 이해
설명식 (10명)	평균	3.06	3.15	3.16	3.55
	표준 편차	.53	.71	1.11	.83
설명+발견식 (38명)	평균	3.07	3.10	3.14	3.05
	표준 편차	.70	.83	.75	.59
발견식 (13명)	평균	3.35	3.41	3.00	3.19
	표준 편차	.62	.85	.54	.65

는 과학 비유 수업에 대한 인식 조사 도구를 개발하기 위하여 과학교육에서 비유를 활용하는 선행 연구를 문헌 고찰하여, 완벽하지는 않지만, 과학 비유 수업의 인식을 형성하는 하위 영역을 추출하였다. 과학 비유 수업 인식을 조사하기 위한 도구(ASTA)로 23개 문항을 개발하여, 과학과 교육 강의를 수강하는 교육대학생(총 35명, 남학생 10명, 여학생 25명)을 대상으로 실시하였다. 또한, 나중에 동일한 지역의 초등학교에 근무하는 교사 26명(남자 10명, 여자 16명)에도 실시하여 두 대상의 결과를 모두 포함하여 탐색적 요인 분석 과정을 진행하였다.

과학 비유 수업에 대한 인식에는 4개의 하위 요인(비유에 대한 이해, 비유의 유용성, 비유의 활용, 과학 지식에 대한 자신감)이 구성되도록 하였고 구인 타당도와 신뢰도를 확보하여 과학 수업에서 비유 활용에 대한 인식을 조사하는 검사도구로서 ASTA를 개발하였다. 이를 활용하면 교사들이 과학 수업에서 사용되는 비유가 어떤 것임을 이해하게 하는 동시에 과학 비유 수업에 대한 인식이 달라지는지를 조사하려면 비유가 유용하다는 인식이나 스스로 비유를 활용하려는 의지 등 하위 요인의 변화를 분석할 수 있다.

또한, 본 연구 대상인 교육대학생과 현직 초등학교 교사들에게 실시한 결과를 분석하면 다음과 같았다. 과학 비유 수업에 대한 강한 긍정이나 강한 반대가 아닌 중간적인 관점을 보이는 정도로 나타났으며, 각 하위 요인에서도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 성별이나 선호하는 수업 유형에 따른 비유 활용 인식에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이런 결과는 잠정적이긴 하지만 과학 비유 수

업에 대하여 중립적인 정도의 관심을 갖고 있으며, 이런 인식은 남녀별로 다르지 않다는 점을 시사하고 있다.

또한, ASTA 도구는 교사들에게 과학에서 비유를 어떻게 인식하고 있는가를 조사하는데, 활용될 뿐만 아니라 과학 수업에서 비유 활용의 인식을 증진시키는 데도 시사점을 제공한다. 즉, 교사가 과학 수업에서 비유가 유용하다는 인식을 하면서 자신도 수업에서 비유를 활용하려는 의지가 있을수록 과학에서 비유 활용 수업에 대한 인식을 달라질 것이며, 교사 연수 등의 재교육에서 비유 수업 방법에 대한 인식을 증진시킬 수 있을 것이다.

다만 본 연구에서 수행한 방식은 과학 비유 수업의 인식을 조사하는 첫 단계의 과정으로서 차후에 더욱 세밀하고 정교한 과학 비유 수업의 인식을 조사하는 연구가 수행될 필요가 있다.

참고문헌

- 고성자, 최선영, 여상인 (2007). 과학 수업에서 초등교사가 사용하는 비유 유형에 대한 사례 연구. *초등과학교육*, 26(3), 276-285.
- 권혁순 (2000). 화학 교육에서 비유의 사용 현황과 비유를 사용할 때 개념 이해에 영향을 미치는 요인. *서울대학교 박사학위논문*.
- 김영민 (1991). 전류 개념 설명을 위해 사용되는 물회로 비유에 대한 중학생들의 이해 조사. *한국과학교육학회지*, 11(2), 1-12.
- 김영민, 박승재 (2001). *비유론과 과학교육*. 서울: 원미사.
- 김영민, 박승재 (1992). 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향. *물리교육*, 10(1), 39-68. 한국물리학회지.
- 김영민, 박윤희, 박승재 (1990). 중학생들의 전류에 대한 학습 전 개념과 관계 현상 관찰 후의 변화. *한국과학교육학회지*, 10(1), 47-56.
- 김영민, 박희숙 (2000). 중학교 과학 교과서의 물리 개념 설명에 사용된 비유에 대한 학생들의 이해도 조사. *한국과학교육학회지*, 20(3), 411-420.
- 김현재, 김광수, 김성태 (1992). 국민학교 학생의 전기에 대한 개념 분석과 지도 효과. *한국초등과학교육학회지*, 11, 123-139.
- 노태희, 권혁순, 김동연, 채우기 (1997). 제6차 교육과정 에 따른 중등 과학 교과서 화학 영역의 비유 분석. *화학교육*, 24(1), 1-8.
- 노태희, 김창민, 권혁순. (1999a). 대응 명료화 전략 및 비유물의 제시 시기가 중학생들의 과학 개념 이해에 미

- 치는 효과. 한국과학교육학회지, 19(1), 107-116.
- 노태희, 임희연, 김창민, 강석진 (1999b). 학습자의 인지 및 동기 변인들과 비유를 통한 개념 이해도의 관계. 한국과학교육학회지, 19(3), 471-478.
- 노태희, 최용남, 권혁순. (1998). 비유물의 체계성과 표현 방식이 개념 회상 및 응용에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 18(1), 83-92.
- 류경란, 김영민 (1999). 수업방식에 따른 중학생의 전류에 관한 비유 이해도 차이. 과학교육연구보, 26, 29-43. 부산대학교 사범대학 과학교육연구소.
- 유병길, 강인석, 김병철, 남만희, 박선희, 소하연, 윤희정, 이영아, 이하룡, 전병문, 정승호 (2000). 전류 비유 모델에 의한 초등학생의 전류 개념 변화 분석. 과학교육연구, 25, 251-265. 부산교육대학교 과학교육연구소.
- 윤혜경 (2004). 초등 예비교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움. 초등과학교육, 23(1), 74-84.
- 이선옥 (1997). 체계적 비유 사용을 위한 수업 모형의 개발 및 효과 연구: 중학교 2학년의 '화학변화' 관련 개념을 중심으로. 서울대학교 석사학위논문.
- 이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호 (2007). 초등 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 분석, 초등과학교육, 26(1), 97-107.
- 이현주, 이영애 (2000). 유추가 과학 개념의 학습에 미치는 영향. 한국심리학회지, 12(1), 95-104.
- 최경희 (2004). 전기 관련 개념에 대한 학생들의 비유 개발 수업의 효과. 새물리, 48(5), 401-410.
- 최경희, 이영애, 류수경 (2003). 고등학교 과학 교과서에 제시된 비유 분석 및 비교. 한국과학교육학회지, 23(2), 165-175.
- 최선영 (2006). 제 6차와 제 7차 초등학교 과학교과서에 제시된 비유 분석, 초등과학교육, 25(2), 149-158.
- Campbell, N. (1957). *Foundations of science*. New York, NY: Dover.
- Dagher, Z. R. (1998) The case for analogies in teaching science for understanding, in Joel J. Mintzes, James H. Wandersee and Joseph D. Novak, (eds). *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*, 195-211. Academic Press.
- Dreistadt, R. (1968). The use of analogies and incubation in obtaining insights in creative problem solving. *The Journal of Psychology*, 71, 159-175.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Gentner, D. & Gentner, D. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In D. Gentner and A. Stevens(eds.), *Mental Models*. Hillsale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 99-130.
- Nersessian, N. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In R. Giere (ed.) *Cognitive models of science* (pp.3-44). Minnesota Philosophy of Science, Vol. XV. University of Minnesota Press.
- Stocklmayer, S. & Treagust, D. (1996). Images of electricity: How do novices and experts model electric current. *International Journal of Science Education*, 18, 131-154.
- Treagust, D. F., Duit, R., Josline, P. & Lindauer, I. (1992). Science teachers' use of analogies: Observations from classroom practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.