

비유물의 개수, 출처 및 순서가 중학생들의 개념 회상 및 응용에 미치는 효과

노태희 · 김창민 · 권혁순
(서울대학교)

The Effects of Number, Source, and Sequence of Analogs on Middle School Students' Concept Recall and Application

Noh, Taehee · Kim, Changmin · Kwon, Hyeoksoon
(Seoul National University)

ABSTRACT

The effects of number, source, and sequence of analogs on middle school students' concept recall and application were investigated. Based on the number (one/two) and source(everyday/science) of analogs, four types of learning materials were developed and pilot-tested. Prior to the treatment the field dependence/independence (FD/I) test was administered and the scores were used as a blocking variable. The learning materials were read by randomly assigned middle school students (N=88), and the concept recall and application test was administered immediately and four weeks later. In the immediate and retention tests, there were no significant main effects of number, source, and sequence of analogs. In the application problems of retention test, however, there were some significant interaction effects with students' FD/I. Field-independent students who learned with two analogs scored significantly higher than those who learned with one analog. In the case of using two analogs, field-dependent students who learned with everyday-analog first scored significantly higher than those who learned with science-analog first.

Key words : multiple analogy, source, sequence, concept, recall, application, field dependence/independence.

I. 서론

비유는 두 영역의 구조를 비교하는 것으로서, 추상적인 정보를 구체적인 것으로 변환하고 이미 학습된 정보를 새로운 정보와 통합시키는 방법을 제공하므로, 과학 교수에 유용한 도구로 사용되어 왔다(Duit, 1991). 초등에서 대학에 이르는 다양한 연령 집단과 과학의 모든 분야에 걸쳐 비유 사용의 긍정적인 효과

가 보고되었으나(Dagher, 1995; Dupin & Joshua, 1989; Harrison & Treagust, 1993), 개념 획득이나 개념 변화에서 향상을 가져오지 않았다는 연구들 역시 적지 않다(Friedel, Gabel, & Samuel, 1990; Gabel & Samuel, 1986). 비유를 사용한 교수 효과가 만족스럽지 못한 원인으로 비유물이 학생들에게 친숙하지 않았고 비유물과 목표물 사이의 전이가 어려웠다는 점등이 지적되었다(Friedel, Gabel &

*1999년 5월 19일 받음

Samuel, 1990; Gabel & Samuel, 1986; Gabel & Sherwood, 1983), 그러나 비유 사용의 보다 근본적인 문제는 비유의 구조에 존재한다. 즉, 비유는 비유물과 목표물 사이의 공유 속성 이외에 비공유 속성도 포함하고 있기 때문에 비공유 속성이 비유 사용의 효율성을 감소시킬 수 있다(Curtis & Reigeluth, 1984).

Spiro, Feltovich, Coulson, Anderson(1989)은 비유 사용 시 오개념 유발의 가능성을 유형별로 지적 하면서, 정보가 누락되거나 의도하지 않은 방향으로 비유가 사용되는 것을 방지하는 방안으로 하나의 개념을 여러 가지 비유물로 설명하는 다중 비유의 사용을 제안하였다. 다중 비유의 사용은 비공유 속성을 극복하고(Dupin & Joshua, 1989), 친숙도의 개인차를 줄이며(Harrison & Treagust, 1993), 관련 도식을 유도하여(Gick & Holyoak, 1983) 개념의 이해를 도울 수 있다. 그러나 다중 비유의 사용이 항상 단일 비유 사용보다 유의미한 효과가 있는 것은 아니다(Kurtz, 1995; Mathison & Allen, 1987). 이러한 결과는 비유물의 수를 증가시키는 것만으로는 비유 사용의 효과를 증진시킬 수 없으며, 비유를 사용한 교수 효과에는 또 다른 요인이 존재함을 시사한다.

비유 사용의 효과에 영향을 미치는 요인은 크게 비유물 관련 요인과 학습자 관련 요인으로 나눌 수 있다. 학생들은 제한된 상황에서 자신이 습득한 지식을 관련지으려는 경향이 있으므로, 비유물의 종류에 따라 비유 추론의 결과가 달라질 수 있다(Dupin & Joshua, 1989). 목표물과 유사한 영역의 비유물을 사용하는 경우, 공통된 표면적 속성은 비유 인식에 필요한 상황 의존적 회상 단서를 제공하여 비유를 통한 사고를 촉진시킬 수 있다(Spencer & Weisberg, 1986). 그러나 목표물과 상이한 영역의 비유물을 사용하는 경우에도 학생들은 공유되는 구조적 속성을 찾아야 하므로 개념 이해가 촉진될 수 있다(Halpern, Hansen & Riefer, 1990). 따라서 출처를 달리한 다중 비유의 사용이 학생들의 개념 회상 및 응용에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하며, 특히 두 개의 비유를 사용할 때 그 제시 순서에 따른 영향에 대한 연

구가 필요하다.

또한, 비유 사용은 학습자의 사전 지식이나 경험에 근거하므로 학습자 수준에 따라 비유의 교수 효과가 달라질 수 있다(Duit, 1991; Gabel & Sherwood, 1980). 학습자의 특성 중에서 불필요한 정보를 걸러내고 필요한 정보만을 식별해 내는 능력인 장의존성/독립성은 비유의 공유 속성을 찾아내는 능력과 관련되므로(Hsu, 1993) 비유의 사용 효과에 영향을 줄 수 있다. 특히, 다중 비유의 사용은 비공유 속성의 수도 함께 증가하여 장의존성/독립성이 영향을 미칠 것으로 예상되기 때문에, 학습자의 장의존성/독립성에 따른 다중 비유의 사용 효과에 대한 연구가 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 중학교 1학년 학생들을 대상으로 과학 학습에서 비유물의 개수, 출처 및 제시 순서가 과학 개념의 회상 및 응용에 미치는 효과를 조사하고자 한다. 본 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

1. 비유물의 개수가 학생들의 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과를 조사한다.
2. 비유물의 출처가 학생들의 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과를 조사한다.
3. 비유물의 제시 순서가 학생들의 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과를 조사한다.
4. 장의존성/독립성에 따라 비유물의 개수, 출처 및 제시 순서가 학생들의 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 상호작용 효과를 조사한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 서울시에 위치한 중학교 1학년 학생 88명으로, 비유물의 개수, 출처 및 순서에 따라 네 집단으로 무선 배치하였다. 각 집단별 사례 수와 직전 학기 중간고사 과학 성적의 평균과 표준 편차는 Table 1과 같다. 집단들의 동질성을 확인하기 위하여, 과학 성적의 평균을 일원 변량 분석한 결과 네 집단간에 유의미한 차이가 없었으므로($F = .085$, $p = .968$, $MS = 24.55$), 네 집단은 사전에 동질한 집

Table 1. Numbers and previous achievement scores of the subjects

Group	N of analogs	Source of analogs	N	M	SD
I	One	Science	23	69.17	16.87
II	One	Everyday	24	68.96	17.99
III	Two	Science + Everyday	20	68.10	15.48
IV	Two	Everyday + Science	21	70.71	17.30
Total			88	69.24	16.99

단으로 가정할 수 있었다.

2. 연구 절차

목표 개념인 '제한 물질이 들어 있는 화학 반응식의 양적 관계'를 설명하기 위하여 학생들의 일상 생활과 중학교 1학년 과학 교과서 내용 중에서 적절한 비유물을 각각 고안하였다. 이 비유물을 사용하여 비유물의 개수, 출처 및 순서에 따라 네 종류의 비유 학습 교재를 제작한 후, 연구 대상이 아닌 중학교 1학년 학생들을 대상으로 예비 연구를 실시하여 교재를 수정·보완하였다. 처치 이전에 창의성/독립성 검사를 실시하고, 학생들의 직전 학기 중간고사 과학 성적을 입수하였다. 각 집단별로 비유물의 개수, 출처 및 순서가 다르게 구성된 비유 학습 교재를 20분 동안 읽게 한 직후 개념 회상 및 응용 검사를 실시하였고, 파지 효과를 조사하기 위하여 4주 후에 동일한 개념 회상 및 응용 검사를 실시하였다.

3. 비유 학습 교재

본 연구에서 설정한 목표 개념은 수소 기체와 산소 기체가 반응하여 물이 합성될 때 반응물 사이의 성분 비가 일정하다는 것과 화학 반응에서의 제한 물질에 대한 것이다. 일상 비유는 학생들의 일상 경험을 소재로 구성된 비유로서, 장갑의 개수와 맨손인 아이들의 수를 이용하여 눈썹을 할 수 있는 아이의 수를 계산하는 상황이었다. 과학 비유는 과학 수업에서 배운 내용을 소재로 구성된 비유로서, 쌍떡잎 식물이 줄기 하나에 떡잎 두 개로 이루어져 있음을 이용하였다.

집단 I이 사용한 교재는 일상 비유와 목표 개념으

로 구성되었고, 집단 II의 교재는 과학 비유와 목표 개념으로 구성되었다. 집단 III의 교재는 과학 비유, 목표 개념, 일상 비유의 순서로, 집단 IV의 교재는 일상 비유, 목표 개념, 과학 비유의 순서로 구성되었다. 학습 교재는 교과서 네 쪽 분량으로 제작되었는데, 비유물에 대한 설명을 각 한 쪽, 목표 개념에 대한 설명을 두 쪽으로 구성하였다. 비유물이 하나만 들어 있는 교재에는 목표 개념과 무관한 읽기 자료를 첨가하여 학습 시간을 통제하였다. 학습 교재의 내용은 과학 교육 전문가 3인에게 검토 받았다.

4. 검사 도구

학생들의 창의성/독립성을 측정하기 위하여 도형 찾기 퍼즐(FASP: the Find A Shape Puzzle; Linn & Kyllonen, 1981)을 사용하였다. 도형찾기 퍼즐은 복잡한 그림들 속에서 주어진 간단한 도형을 찾는 공간 식별 능력을 측정하는 20문항의 검사로서, 본 연구에서 구한 내적 신뢰도(Cronbach alpha)는 .89였다.

과학 개념 회상 및 응용 검사는 회상 문제와 응용 문제 각각 1문항씩 총 2문항으로 구성되어 있다. 회상 문제는 비유 학습 교재에서 제시한 물의 합성 반응식과 반응물의 양을 그대로 제시한 후 가능한 생성물의 양을 보기에서 선택하고 이유를 설명하게 하며, 응용 문제는 학생들이 수업 중에 배우지 않은 암모니아 기체의 합성 반응식과 생성물의 양을 제시한 후 가능한 반응물의 양을 보기 중에서 선택하고 이유를 설명하게 함으로써 일정 성분비 법칙과 화학 반응에서의 제한 물질 개념에 대한 이해를 측정하는 문제이다.

5. 자료 분석

과학 개념 회상 및 응용 검사의 채점은 노태희, 김창민, 권혁순(1999)의 채점 기준을 사용하여 각 문항당 3점 만점으로 채점하였다. 비유물의 개수, 출처 및 순서가 과학 개념의 회상 및 응용에 미치는 주요 과와 학습자의 장의존성/독립성에 따른 상호작용 효과를 조사하기 위하여 과학 개념 회상 및 응용 검사의 학습 직후 및 파지 검사 점수를 종속변인으로, 비유물의 개수, 출처 및 제시 순서를 독립 변인으로, 학습자의 장의존성/독립성을 구획 변인으로 하는 이원 변량분석을 실시하였다. 도형 찾기 검사 점수의 중간값을 기준으로 상·하로 나누어 각각 장독립적·장의존적 집단으로 구분하였다. 집단 I과 II를 단일 비유 집단으로, 집단 III과 집단 IV를 다중 비유 집단으로 묶어 다중 비유의 사용에 따른 차이를 조사하였다. 또한, 집단 I과 집단 II의 비교를 통하여 비유물 출처에 따른 차이를 조사하였으며, 집단 III과 집단 IV의 비교를 통하여 비유물 제시 순서에 따른 차이를 조사하였다.

III. 결과 및 논의

1. 비유물의 개수가 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과

비유물을 하나 사용한 집단과 두 개 사용한 집단의 과학 개념 회상 및 응용 검사의 직후와 파지검사의 평균 및 표준 편차는 Table 2와 같다. 과학 개념 회

상 및 응용 검사의 직후 및 파지 검사에서 비유물을 두 개 사용한 집단의 평균이 비유물을 한 개 사용한 집단의 평균보다 높았으나, 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 그러나 파지 응용 검사에서 비유물의 개수와 장의존성/독립성 사이에 유의미한 상호작용효과가 나타났다($F=4.44, p=.038, MS=5.80$). 장의존적 학생들은 비유물을 한 개 사용했을 경우(1.17)보다 두 개 사용했을 경우(.75) 평균이 더 낮았으나 통계적으로 유의미한 차이는 아니었고, 반대로 장독립적 학생들은 비유물을 한 개 사용했을 경우(1.44)보다 두 개 사용했을 경우(2.10) 평균이 더 높았으며(Fig. 1). 그 차이는 통계적으로 유의미하였다($t=2.08, p=.043$).

다중 비유의 사용이 개념 이해에 효과가 있을 것이라는 주장(Spiro, 1989)과 달리 본 연구에서는 다중

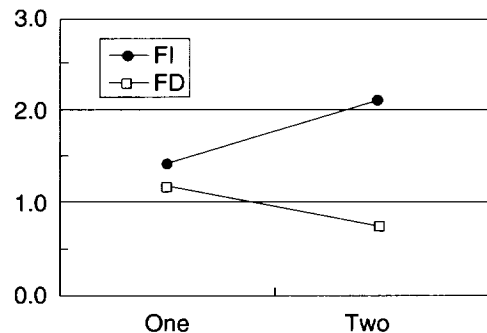


Fig. 1. Retention application scores by the source of analogs and the FD/I

Table 2. Means and standard deviations of the conception test scores by the number of analogs and FD/I

Group	Immediate		Retention	
	Recall	Application	Recall	Application
One analog	2.17 (1.15)	1.24 (1.15)	1.91 (1.16)	1.30 (1.21)
Field Dependent	1.92 (1.25)	1.17 (1.27)	1.50 (1.18)	1.17 (1.24)
Field Independent	2.43 (.99)	1.35 (1.03)	2.35 (.98)	1.44 (1.20)
Two analogs	2.41 (.97)	1.78 (1.19)	2.05 (1.22)	1.71 (1.21)
Field Dependent	2.17 (1.19)	1.00 (1.13)	1.50 (1.31)	.75 (.87)
Field Independent	2.52 (.87)	2.10 (1.08)	2.28 (1.13)	2.10 (1.11)

비유 사용의 주효과가 나타나지 않았다. 그러나 장의 존성/독립성과의 상호작용 효과가 나타난 본 연구의 결과는 다중 비유의 효과 해석에서 학습자 특성을 고려해야 함을 시사한다. 장독립적 학생들은 비유에 포함된 여러 가지 속성 중에서 비공유 속성에 구애받지 않고 비유 추론의 핵심이 되는 공유 속성을 찾아내는 능력이 있다(Hsu, 1993). 따라서 비유물이 추가되어 비공유 속성이 증가하더라도 공유 속성을 쉽게 찾아낼 수 있는 반면, 장의존적 학생들의 경우 공유 속성을 찾아내는 능력이 부족하므로 비공유 속성이 많아지면 공유 속성을 찾아내기 어려워져 오히려 개념 회상 및 응용에 도움이 되지 않는 것으로 생각할 수 있다.

2 비유물의 출처가 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과

일상 비유물 사용 집단과 과학 비유물 사용 집단의 과학 개념 회상 및 응용 검사의 직후와 파지 검사의 평균 및 표준 편차는 Table 3과 같다. 과학 개념 회상 및 응용 검사의 직후와 파지 검사에서 일상 비유물을 사용한 집단과 과학 비유물을 사용한 집단간에 유의미한 차이는 나타나지 않았으며, 비유물의 출처와 장의존성/독립성 사이에 유의미한 상호작용 효과도 없었다.

비유물의 출처에 따라 비유물과 과학 개념 사이의 비공유 속성이 달라지므로, 장의존적 학생들의 개념 회상 및 응용이 비유물의 출처에 영향을 받을 것으로 예상했으나, 유의미한 차이는 없는 것으로 보인다. 지금까지 과학 수업에 사용된 비유물은 대부분 일상

생활 소재를 사용한 것이었으며 과학 수업 내용과 관련된 비유물은 적었다. 그러나 본 연구 결과 과학 수업에서 학습한 내용을 비유물로 사용하더라도 일상 생활 소재를 사용한 비유물과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 동일한 상위 개념에 속하는 하위 개념이나 속성들은 어느 것이든 비유가 될 수 있으므로 (Glynn, Britton, Semrud-Clikeman, Muth, 1989), 과학 상황의 비유물이라도 학생들에게 친숙하다면 유용한 비유물이 될 수 있음을 시사한다.

3 비유물의 제시 순서가 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과

다중 비유 사용 시 비유물의 제시 순서에 따른 각 집단의 과학 개념 회상 및 응용 검사의 직후와 파지 검사의 평균 및 표준 편차는 Table 4와 같다. 과학 개념 회상 및 응용 검사의 직후와 파지 검사에서 일상-과학 비유물의 순서로 제시한 집단의 평균이 과학-일상 비유물의 순서로 제시한 집단의 평균보다 높았으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 그러나 파지 검사에서 비유물의 제시 순서와 장의존성/독립성 사이에 유의미한 상호작용 효과가 나타났다(회상 문제: $F=4.76, p=.036, MS=6.21$, 응용 문제: $F=4.28, p=.046, MS=4.45$). 파지 응용 검사에서 장독립적 학생들은 과학-일상 비유물의 순서로 제시했을 경우(2.33)보다 일상-과학 비유물의 순서로 제시했을 경우(1.94) 평균이 더 낮았으나 통계적으로 유의미한 차이는 아니었고, 반대로 장의존적 학생들은 과학-일상 비유물의 순서로 제시했을 경우(.38)보

Table 3. Means and standard deviations of the conception test scores by the source of analogs and FD/I

Group	Immediate		Retention	
	Recall	Application	Recall	Application
Everyday analog	2.13 (1.12)	1.20 (1.06)	1.96 (1.30)	1.17 (1.17)
Field Dependent	1.70 (1.25)	.90 (1.20)	1.40 (1.43)	.80 (1.03)
Field Independent	2.43 (.94)	1.43 (.94)	2.36 (1.08)	1.43 (1.22)
Science analog	2.22 (1.20)	1.30 (1.26)	1.87 (1.01)	1.44 (1.27)
Field Dependent	2.07 (1.27)	1.36 (1.34)	1.57 (1.02)	1.43 (1.34)
Field Independent	2.44 (1.13)	1.22 (1.20)	2.33 (.87)	1.44 (1.24)

Table 4. Means and standard deviations of the conception test scores according to the sequence of analogs and FD/I

Group	Immediate		Retention	
	Recall	Application	Recall	Application
Everyday → Science	2.48 (.81)	2.00 (1.14)	2.05 (1.16)	1.86 (1.11)
Field Dependent	2.75 (.50)	1.25 (1.26)	2.25 (.96)	1.50 (1.00)
Field Independent	2.41 (.87)	2.18 (1.07)	2.00 (1.22)	1.94 (1.14)
Science → Everyday	2.35 (1.14)	1.55 (1.23)	2.05 (1.32)	1.55 (1.32)
Field Dependent	1.88 (1.36)	.88 (1.13)	1.13 (1.36)	.38 (.52)
Field Independent	2.67 (.89)	2.00 (1.13)	2.67 (.89)	2.33 (1.07)

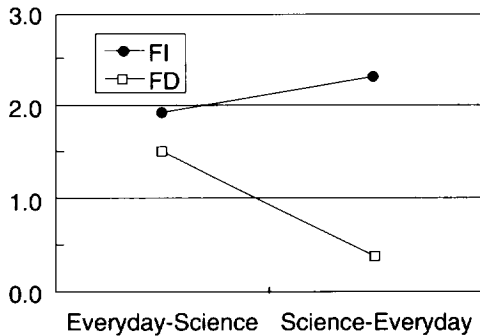


Fig. 2. Retention application scores by the sequence of analogs and FD/I

다 일상-과학 비유물의 순서로 제시했을 경우(1.50) 평균이 더 높았으며(Fig. 2) 그 차이는 통계적으로 유의미하였다($t=2.63, p=.025$).

장의존적 학생들은 비유물이 하나 있는 경우에는 비유물의 출처에 따른 개념 파지도의 차이가 유의미하지 않았으나(Table 3), 과학-일상 비유물의 순서로 비유물을 두 개 사용하면 과학 비유물 한 개만 사용한 경우보다 과학 개념 파지도가 더 낮아진 것으로 보아 장의존적 학생들에게는 일상 비유물의 추가가 개념 회상 및 응용에 도움이 되지 않는 것으로 생각된다. 즉, 과학 시간에 다루어지리라 기대하고 있던 상황을 대신 일상 생활의 상황이 수업에서 사용되는 경우, 장의존적 학생들은 일상 상황에서 과학 개념과의 공유 속성을 쉽게 찾아내지 못하는 것으로 생각된다.

다. 따라서 다중 비유의 사용 시 장의존적 학생들이 비유의 공유 속성을 쉽게 발견하도록 하는 적절한 방안이 필요하다.

IV. 결론 및 제언

비유 사용 시 비유에 내재된 비공유 속성과 비유물에 대한 학생들의 친숙도 차이로 인한 오개념 유발을 방지하기 위하여 하나의 개념을 여러 가지 비유물로 설명하는 다중 비유의 사용이 제안되었으나, 그 교수 효과에 대한 연구들은 단일 비유의 사용에 비해 유의미한 차이를 보이지 않았다. 따라서 다중 비유의 교수 효과에 영향을 미치는 요인의 분석과 학습자 수준에 따른 적절한 교수 전략의 개발은 효과적인 비유 수업을 위해 필수적인 작업이다. 본 연구에서는 비유물의 개수, 출처 및 제시 순서가 중학생들의 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과와 학습자의 장의존성/독립성에 따른 상호작용 효과를 조사함으로써, 다중 비유의 교수 효과에 영향을 미치는 요인들을 밝히고자 하였다.

연구 결과, 비유물의 개수, 출처 및 제시 순서가 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과는 유의미하지 않았다. 그러나 학습자의 장의존성/독립성에 따라 비유물의 개수 및 제시 순서가 과학 개념 응용의 파지에 미치는 상호작용 효과가 있었다. 즉, 장독립적 학생들에게는 비유물을 한 개 사용하는 것보다 두 개 사용하는 것이 효과적이었고, 장의존적 학생에게는 일상 비유 제시 후 과학 비유를 제시하는 것이 과학

비유 제시 후 일상 비유를 제시하는 것보다 효과적이었다.

이러한 결과는 과학 수업에서 다중 비유를 사용할 경우 장의존성/독립성과 같은 학습자의 특성에 따라 비유의 사용 방법이 결정되어야 함을 시사한다. 장독립적 학습자는 비유 추론의 핵심이 되는 공유 속성을 찾아내는 능력이 높으므로, 하나의 비유에 내재된 제한점을 보완할 수 있으면서 학생들에게 친숙한 비유물을 여러 개 제시하는 수업 방법을 사용한다면 과학 개념 응용에 효과적일 수 있다. 그러나 장의존적 학습자의 개념 회상 및 응용을 돕기 위한 수단으로 다중 비유의 사용은 신중히 검토되어야 할 것이다. 여러 개의 비유물을 제시하면 비공유 속성이 증가하므로 오히려 장의존적인 학생들은 비유의 공유 속성을 올바르게 파악하지 못할 수 있다. 따라서 장의존적 학습자에게는 비유물의 수를 증가시키는 것보다 비유의 공유 속성에 주목하여 올바른 비유 추론을 할 수 있도록 돕는 것이 더 중요한 것으로 생각된다.

본 연구에서 조사한 변인 이외에도 비유물에 관련된 변인과 학습자의 특성에 관련된 변인 등 다중 비유의 사용 효과에 영향을 미칠 수 있는 요인은 여러 가지가 있을 수 있다. 따라서 비유의 교수 효과를 극대화할 수 있는 요인들을 밝히는 연구가 계속 되어야 할 것이며, 이를 고려하여 학생들의 개념 회상 및 응용을 증진시킬 수 있는 비유 사용 수업 모형을 개발하고 그 효과를 분석하는 연구도 진행되어야 할 것이다.

적 요

비유물의 개수, 출처 및 제시 순서가 중학생들의 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 효과를 조사하였다. 비유물의 개수(1개/2개)와 출처(일상/과학)에 따라 네 종류의 학습 교재를 제작하여 예비 연구를 통해 수정하였다. 수업 처치 이전에 장의존성/독립성 검사를 실시하여 구획 변인으로 사용하였다. 88명의 중학생들에게 네 가지 유형의 학습 교재를 무선 배포하여 읽게 한 직후 과학 개념 회상 및 응용 검사를 실시하고, 4주 후에 개념의 파지 검사를 실시하였다. 비유물의 개수, 출처 및 제시 순서가 과학 개념 회상 및 응

용에 미치는 주효과는 없었다. 파지 개념 응용 검사에서 학습자의 장의존성/독립성에 따라 비유물의 개수 및 비유물의 제시 순서가 과학 개념 회상 및 응용에 미치는 상호작용 효과가 나타났다. 즉, 장독립적인 학습자는 비유물을 한 개 사용하였을 때보다 두 개 사용하였을 때 더 높았고, 비유물을 두 개 사용할 경우 장의존적 학습자는 과학-일상 비유물의 순서보다 일상-과학 비유물의 순서로 제시했을 때 더 높았다.

참 고 문 헌

- 노태희, 김창민, 권혁순(1999). 대응 명료화 전략 및 비유물의 제시 시기가 중학생들의 과학 개념 이해에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 19(1), 107-116.
- Curtis, R. V., & Reigeluth, C. M. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13(2), 99-117.
- Dagher, Z. R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79(3), 295-312.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Dupin, J. J., & Joshua, S. (1989). Analogies and "modeling analogies" in teaching: Some examples in basic electricity. *Science Education*, 73(2), 207-224.
- Friedel, A. W., Gabel, D. L., & Samuel, J. J. (1990). Using analogs for chemistry problem solving: Does it increase understanding? *School Science and Mathematics*, 90(8), 674-682.
- Gabel, D. L., & Samuel, K. V. (1986). High school students' ability to solve molarity problems and their analog counterparts. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(2), 165-176.

- Gabel, D. L., & Sherwood, R. D. (1980). Effect of using analogies on chemistry achievement according to Piagetian level. *Science Education*, 64(5), 709-716.
- Gick, M. L., & Hoyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1-38.
- Glynn, S. M., Britton, B. K., Semrud-Clikeman, M., & Muth, K. D. (1989). Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. In J. A. Glover & R. R. Ronning (Eds.), *A handbook of creativity: Assessment, research and theory* (pp. 383-398). New York: Plenum.
- Halpern, D. F., Hansen, C., & Riefer, D. (1990). Analogies as an aid to understanding and memory. *Journal of Educational Psychology*, 82(2), 298-305.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Hsu, C.-L. L. (1993). *Content emphasis, practice, and cognitive style in analogical problem solving of college students*. Unpublished doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia.
- Kurtz, M. J. (1995). *Using analogies to teach college chemistry: A multiple analogy approach*. Unpublished doctoral dissertation, Arizona State University.
- Linn, M. C., & Kyllonen, P. (1981). The field dependence-independence construct: Some, one or none. *Journal of Educational Psychology*, 73(2), 261-273.
- Mathison, C., & Allen, B. S. (1987). *The effect of stories and diagrams on solution of an analogous problem*. Paper presented at the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Atlanta, GA.
- Spencer, R. M., & Weisberg, R. W. (1986). Is analogy sufficient to facilitate transfer during problem solving? *Memory and Cognition*, 14, 442-449.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Coulson, R. L., & Anderson, D. K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 498-531). Cambridge: Cambridge University Press.