

과학 글쓰기를 활용한 수업이 중학생들의 과학 관련 태도, 학습 동기 및 학업 성취도에 미치는 영향

신정인 · 신예진 · 윤희정 · 우애자*

이화여자대학교

The Effects of Science Writing on Middle School Students' Science - related Attitude, Learning Motivation, and Academic Achievement

Shin, Jung-in · Shin, Yejin · Yoon, Heojeong · Woo, AeJa*

Ewha Womans University

Abstract: This study aims to investigate the effects of science writing activities on the students' science-related attitude, motivation for learning science, and academic achievement. One hundred and twenty seven second graders of a middle school located in Gyeonggi province participated in this study. The experimental group performed science writing activities, while the comparative group performed problem solving activities at the end of the regular science lessons over 30 class hours. For the students' science-related attitude and motivation for learning science, TOSRA, PALS, and MSLQ were used with some modification and supplementation. For the students' academic achievement, scores on science examinations were used. The results of this study are as follows: First, the test of the science-related attitude showed that science writing activities have positive effects on the cultivation of science-related attitude, as for the sub-factors, 'attitude towards scientific inquiry,' 'pleasure of science lessons,' and 'active attitude towards science'(p<.05). Second, the test of motivation for learning science showed that the science writing activities had positive effect on the improvement in students' motivation, as for the sub-factors, 'difference in values on task' and 'self-efficacy'(p<.05). Third, science writing activities are effective on improvement in the students' academic achievement(p<.05), especially on the high-level achievement group.

Key words: science writing, science-related attitude, motivation for learning science, academic achievement

I. 서 론

과거 인문학을 중심으로 이루어지던 글쓰기가 지식 기반 사회에서 요구하는 의사소통과 문제 해결을 위한 도구의 하나로서 관심을 받게 되면서 교과와 관계 없이 글쓰기의 중요성이 강조되고 있다(정희모, 2004). 교육과학기술부(2009)가 고시한 초·중등학교 2009 개정 과학과 교육 과정에서도 과학 내용 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 과학 글쓰기를 교수 학습방법 중 하나로 제시하며 글쓰기 수업을 권장하고 있다.

과학 글쓰기는 과학적 사실, 개념, 원리, 법칙, 이론, 가설에 대해 사고하는 내용과 과정을 글로 표현하는 활동(Owens, 2000)이며, 과학을 소재로 하는 설

명문, 논설문, 감상문, 실용문과 같은 다양한 글을 잘 쓸 수 있도록 기초 능력을 배양하는 활동이다(지영숙, 2006). 과학 글쓰기는 자연 현상과 과학적 사실, 법칙이나 실험 결과 등을 소재로 하고 과학 지식을 바탕으로 하는 과학적 사고를 요구한다(Hand et al., 2004)는 점에서 일반 글쓰기와 차이가 있다. 과학 글쓰기에는 보고서 형식의 글쓰기, 마인드 맵핑을 이용한 글쓰기, 묘사의 글쓰기, 편지글 형태의 글쓰기, 관찰하여 글쓰기, 분류하여 글쓰기, 문제 해결 글쓰기 등 다양한 형태가 있다(박지영, 신영준, 2007; 천재훈, 손정우, 2004). 연구 결과에 의하면 과학 수업에서 사용하는 글쓰기의 유형 중 가장 일반적인 것은 논리적, 사실적 내용을 전달하는 보고서 형식의 글쓰기(Wallace et al., 2004)이다. 과학 보고서 쓰기를 강조한 학자

*교신저자: 우애자 (ajwoo@ewha.ac.kr)

**2013.01.24(접수), 2013.02.12(1심통과), 2013.03.14(2심통과), 2013.03.24(최종통과)

들은 보고서 양식이 과학적 아이디어를 연결시키고 정확하게 전달할 수 있도록 고안한 특별한 글쓰기라고 주장한다(Prain, 2006).

과학 글쓰기는 과학적 사고력(손정우, 2006; 천재훈 등, 2006)이나 학업 성취도(Hand *et al.*, 2004)와 같은 인지적 영역뿐만 아니라 학생들의 과학에 대한 흥미(구슬기, 박일우, 2010; 곽민숙 등, 2009)나 과학에 대한 태도(박희진, 권난주, 2008; Prain, Hand, 1999)와 같은 정의적 영역에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 글을 쓴다는 것은 단순한 기록을 넘어서는 고차원적 사고를 요하는 작업으로 국어교육에서는 이미 사고력 개발의 주된 수단으로 활용되고 있으며 특히, 비판력, 분석력, 종합력과 같은 사고력 개발에 효과적인 것으로 알려져 있다(이재승, 2002). 과학 글쓰기도 유사한 맥락에서 이해될 수 있는데 학생들의 글쓰기 과제를 분석한 Keys *et al.* (1999)의 연구에 따르면, 학생들은 과학 글쓰기를 통하여 과학적 사고력을 확장시키고 정교화 할 수 있다. 이는 학생들이 과학적 사실, 개념, 원리, 법칙을 소재로 과학 글쓰기를 통해 문제를 해결해 나가는 과정에서 추론과 같은 과학적 사고를 사용하며, 기존 지식을 탐색하고 이를 검증하며 강화하고 고쳐나가는 활동을 지속적으로 해 나가기 때문이다. 실생활 및 사회적 문제해결 중심의 과학 글쓰기 수업도 유사한 과정을 거쳐 이루어지므로 과학적 사고력 향상에 도움이 된다(손정우, 2006). 글을 쓰는 과정에서 학습자는 자신의 인지 행위를 점검하고 통제하게 되는데, 이런 행위 과정에서 자신의 생각을 명확하게 하기 때문에 그만큼 사고력을 증진할 가능성이 높아진다. 따라서 과학 글쓰기는 메타 인지적 사고 과정을 촉진시키는 데에도 효과적이다(Rivard, 1994).

과학 글쓰기 활동을 통하여 학생들의 학업 성취도도 향상될 수 있다. 과학 글쓰기 활동이 학생들로 하여금 자신의 생각을 명료화하고 조직화할 수 있도록 하며, 기존에 알고 있던 지식을 새로 배운 과학 지식과 유의미하게 연결시켜 수업 시간에 얻은 정보들은 통합적으로 이해하는데 도움을 줄 수 있기 때문이다(Prain, 2006). 탐구적 과학 글쓰기는 학생들이 과학적 증거를 바탕으로 지식을 구성하여 과학 개념을 확실히 기억할 수 있도록 하며(남정희 등, 2008), 증거를 바탕으로 학생들 스스로 지식을 형성할 수 있도록 하는 기회를 제공한다(Akkus *et al.*, 2007)는 점에서

학업 성취도 향상에 효과적이다.

자연 현상과 실생활에서 접하는 과학 원리에 대한 다양한 유형의 과학 글쓰기를 통해 학생들의 과학에 대한 흥미를 향상시킬 수 있다. 구슬기와 박일우(2010)는 생물 영역의 내용을 소재로 진행한 글쓰기 수업이 초등학생들의 과학 주제에 대해 관심을 증가시키고 자신의 생각을 글로 표현해보는 활동에 대한 흥미를 유발시킬 수 있다는 것을 발견하였다. 수업 시간에 여러 유형의 글쓰기 과제를 지속적으로 제시하면 학생들은 과학 글쓰기에 보다 친숙해지고, 학습에 자신감을 가질 수 있으며, 과학에 대한 긍정적인 태도를 가질 수 있게 된다(Prain, Hand, 1999). 배희숙 등(2009)의 연구 결과에 따르면 과학 글쓰기 수업 후, 학생들은 과학 글쓰기 수업이 재미있었다고 평가하였으며 과학 글쓰기를 통해 과학이 더 재미있어졌다고 응답하였다. 이는 과학 글쓰기 수업을 학생들의 과학적 태도를 긍정적으로 변화시킬 수 있는 전략으로 활용할 수 있음을 의미한다.

과학 글쓰기는 단순히 자신의 생각을 적어보는 것 외에도 과학적으로 사고하는 방법과 탐구 과정을 실질적으로 경험할 수 있게 하므로 정규 과학 수업에서 이루어지는 것이 바람직하다(손정우, 2006). 그러나 학교 과학교육에서 글쓰기 활동은 정규 수업시간이 아닌 과제 형식(곽민숙 등, 2009; 신미영, 최승언, 2009; 이순이, 2008)이나 재량활동 시간을 이용하여 진행(이강남, 2007)한 경우가 대부분이어서 정규 수업시간에서의 효과를 알아보기에는 제한점이 많았다. 따라서 본 연구에서는 중학생들이 정규 수업 시간에 다양한 유형의 글쓰기를 할 수 있도록 설계해 보았다. 또한, 학생들이 자유로운 유형의 글쓰기를 스스로 선택할 수 있도록 하였다. 획일적인 유형의 글쓰기만을 강조하기 보다는 학습 목적과 도입, 이해, 응용, 평가 등의 수업 단계에서 추구하는 목적에 적합한 다양한 유형의 글쓰기를 적용하는 것이 보다 효과적이기 때문이다(정혁 등, 2004). 한 학기 동안 총 30차시에 걸쳐 매 소단원의 정리 단계에서 수업 시간에 배운 내용, 자신의 의문점 및 해결 방안을 정리하여 자신이 선택한 유형의 글로 표현하는 반성적 글쓰기를 수행하였고, 과학 글쓰기 활동이 학생들의 과학적 태도, 학습 동기, 학업 성취도에 어떤 영향을 미치는지 알아 보았다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 임의로 선정한 경기도 소재 중학교의 2학년 학생들을 대상으로 하였다. 2학년 2개 학급 76명을 실험반으로, 다른 2개 학급 76명을 비교반으로 무선 배치하였다. 전체 152명 중 수업에 한번이라도 불참하였거나 검사에 불성실하게 응답한 학생을 제외한 127명(실험반 65명과 비교반 62명)을 분석 대상으로 하였다.

2. 연구 절차

학기 초에 사전 검사로 실험반과 비교반에게 과학 관련 태도 검사와 과학 학습 동기 검사를 실시하였다. 김성원 등(2010)의 중학교 과학2 단원 중, 「열 에너지」, 「물질의 구성」, 「소화와 순환」, 「호흡과 배설」 단원(전체 25개의 소단원)을 학습하는 11주 동안 총 30차시에 걸쳐 연구를 진행하였다. 수업은 소단원별로 도입, 전개 및 정리 단계로 구성하였으며, 도입과 전개 단계는 실험반과 비교반 모두 동일하게 진행하였다. 도입 단계에서는 학습 목표를 제시하고 학생들이 수업에 흥미를 가질 수 있도록 시범 실험이나 관련 영상을 보여주었다. 전개 단계에서는 학습 자료를 제시하고, 제시한 자료를 설명하며, 필요한 경우 적절한 실험이나 탐구 활동을 병행하여 과학적 개념을 효과적으로 습득하도록 하였다. 마지막 정리 단계에서 학습 내용과 관련하여 중요하다고 생각되는 부분을 실험반은 과학 글쓰기를, 비교반은 문제 풀이를 통하여 정리하도록 하였다.

실험반 수업의 과학 글쓰기는 ‘소단원명 쓰기’, ‘학습 목표 쓰기’, ‘학습 내용과 관련된 과학 글쓰기’, ‘의문점 쓰기’의 네 단계로 진행되었다. 먼저 소단원명을 쓰도록 하여 학생들이 학습한 내용이 무엇과 관련되어 있는지를 스스로 인지하도록 하였다. 두 번째로 학생들의 보다 효과적인 글쓰기 활동을 위해 학습 목표를 스스로 적어보게 하였다. 세 번째로 학생들이 학습한 내용을 스스로 글로 적어보도록 하였다. 수업 시간에 학습했던 중요한 과학적 개념을 중심으로 특별한 형식에 구애받지 않고 학생들이 원하는 대로 그림, 편지글 및 에세이 등의 다양한 형태로 정리하도록

하였다. 마지막으로 과학 글쓰기를 하면서 의문점이 생기는 경우에는 이를 적어보고 수업 후 학생들이 인터넷을 검색하거나 과학 서적을 찾아보면서 스스로 해결할 수 있도록 하였다. 학생들이 스스로 의문점을 해결할 수 없는 경우에는 교사가 적절한 피드백을 제공하였다. 평소 정리 단계는 학습지나 문제 풀이 형태로 이루어지기 때문에 학생들은 글쓰기로 정리하는 수업에 익숙하지 않았다. 따라서 본격적인 연구 기간이 시작되기 전 5차시 동안 과학 글쓰기를 연습하도록 하여 적응할 시간을 갖도록 하였다. 비교반 수업의 문제 풀이는 학습 내용과 관련된 문제를 교사가 제시하고 학생들이 풀어본 후 함께 정리하는 방식으로 진행하였다. 이때 제시되는 문제들은 실험반의 과학 글쓰기 주제와 동일한 내용으로 비교반 학생들의 과학 개념을 점검할 수 있도록 제작하였다. 해당 소단원의 수업이 모두 끝난 후에 실험반과 비교반에게 사후 검사로 사전 검사와 같은 검사지를 사용하여 과학 관련 태도 검사와 과학 학습 동기 검사를 실시하였다.

자료 분석과 통계량 산출을 위하여 PASW Statistics 20.0 프로그램을 사용하였다. 과학 글쓰기 수업이 학생들의 과학 관련 태도, 과학 학습 동기, 학업 성취도의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전 검사 결과를 공변량으로 하고 사후 검사 결과를 종속 변인으로 하여 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다.

3. 검사 도구

가. 과학 관련 태도 검사

과학 관련 태도 검사지는 허명(1993)이 번역한 TOSRA(Test of Science Relate Attitude)를 본 연구 목적에 맞게 수정·보완하여 사용하였다. 본 연구에서 사용한 검사지는 총 20문항으로 과학 탐구에 대한 태도, 과학 수업의 즐거움, 과학에 대한 취미로서의 관심, 수용적인 과학적 태도, 과학에 대한 적극성의 5개 하위 영역으로 구성되어 있다. 문항 형식은 5단계 리커트 척도로 되어 있다. 검사지의 신뢰도(Cronbach's α)는 .625이었다.

나. 과학 학습 동기 검사

과학 학습 동기 검사지는 과학 영역 버전의 PALS(Patterns of Adaptive Learning Survey, Midgley *et al.*, 1993)와 MSLQ(Motivated Strategies for

Learning Questionnaire, Pintrich *et al.*, 1991)를 바탕으로 개발하였다. PALS와 MSLQ의 하위 영역들 중 같은 맥락의 하위 범주에 속하는 유사한 문항들을 통합하는 방식으로 두 검사지를 하나의 과학 학습 동기 검사지로 재구성하여 사용하였다. 검사지는 총 24 문항으로 과학 학습 동기를 내적목표 지향, 외적목표 지향, 과제에 대한 가치, 자기 효능감의 네 가지 유형으로 나누어 구성하였다. 문항 형식은 5단계 리커트 척도로 되어 있다. 이 검사지는 안면 타당도 검증을 통해 수정·보완하였으며, 신뢰도(Cronbach's α)는 .788이었다.

다. 학업 성취도 검사

학업 성취도 검사를 위하여 학기 초에 실시한 전국 진단 평가를 사전 검사로, 학기 말에 치르는 학교 평가를 사후 검사로 이용하였다. 사후 검사는 객관식 22 문항과 서술형 5문항으로 구성하여 총 100점 만점이었다. 검사 문항은 수업시간에 배운 과학 개념에 대한 이해와 적용 능력을 측정할 수 있도록 제작하였다. 검사 문항 제작과 채점 과정의 신뢰도를 높이기 위하여 3명의 과학 교사들이 세 차례에 걸쳐 검토하였다. 학업 성취도 수준에 따른 변화를 알아보기 위하여 사전 검사 점수의 표준 편차가 가장 작아지도록 상위, 중위, 하위 수준으로 분류하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 학생들의 글쓰기 활동 예시

학생들은 소단원의 내용과 학습 목표에 따라 다양한 유형의 글쓰기 활동을 수행하였다. 실험반 학생들이 정리 단계에서 작성했던 글쓰기 중에서 과학 개념을 효과적으로 정리한 네 가지 예시를 [그림 1]에 제시하였다. [그림 1]의 (A)는 호흡 기관의 구조와 기능을 설명하기 위하여 수업 시간에 학습했던 호흡 기관을 그려 각 기관의 위치와 모양을 표시하고, 각 기관의 명칭과 기능을 글로 설명한 것이다. (B)는 흡연의 유해성에 대해 친구에게 알려주는 편지 형식으로 소단원을 정리한 것이다. (C)는 외호흡과 내호흡에서 일어나는 기체 교환 과정을 설명하기 위하여 기체 교환 과정을 그림으로 나타내고, 글쓰기를 활용하여 기체 교환 과정을 설명한 경우이다. (D)는 배설기관의 구조와

기능을 정리하기 위하여 배설물이 만들어지는 과정을 서술하고, 서술한 내용을 요약한 후 스스로 의문점을 만들어 해결해 본 것이다.

학생들이 수행한 글쓰기의 특징은 다음과 같이 정리해 볼 수 있다. 첫째, 학생들은 해당 단원에서 다루는 과학 개념의 특성과 학습 목표에 맞추어 글쓰기 유형을 선택하였다. (A)와 (C)처럼 호흡 과정이나 기체 교환 과정을 정리하는 방법으로 대부분의 학생들이 그림과 글쓰기를 병행하였다. 즉, 호흡 기관, 폐포와 모세혈관을 그림으로 나타내고, 호흡 기관의 구조와 기능, 기체 교환 과정을 글쓰기로 정리하였다. 호흡 과정이나 기체 교환 과정이 일어나는 장소가 인체 내부이므로 직접 눈으로 볼 수 없기 때문에 그림을 병행한 글쓰기가 자신의 생각을 정리하는데 더 효과적일 수 있다. 특정 정보나 개념의 종류에 따라 효과적으로 제시될 수 있는 방법이 달라질 수 있기 때문이다 (Ainsworth *et al.*, 2011; de Jong *et al.*, 1998). 흡연의 유해성은 특정 개념에 대한 설명보다는 유해성을 서술하는 형식으로 정리한 학생들이 많았는데 (B)에 제시된 것처럼 친구에게 편지를 쓰는 형식도 단원의 목표에 부합하는 유형으로 볼 수 있다. (D)는 배설 기관의 기능을 위주로 중요 과정을 서술하였다. 배설 기관의 구조와 기능에 대한 상세한 묘사적 글쓰기는 그림을 병행하지 않고도 개념을 효과적으로 정리할 수 있는 방법일 수 있다. 묘사나 서사하는 글쓰기는 사건, 사물, 상황 등을 관찰자 고유의 관점에서 세밀하게 관찰하고 분석하여 표현할 수 있도록 하기 때문이다(천재훈, 손정우, 2004).

둘째, 글쓰기 내용을 보면 학생들이 적극적으로 글쓰기에 참여하였으며 대부분의 학생들이 수업시간에 학습했던 내용을 빠뜨리지 않고 정리하려고 노력하였음을 알 수 있었다. 많은 학생들이 자발적으로 다양한 색깔의 펜을 이용하여 중요하다고 생각하는 내용을 강조하여 표시하거나 용액의 색깔 변화, 인체의 각 기관을 명시하기도 하였다. (D)에서 볼 수 있듯이 글쓰기가 끝난 후에도 이해하지 못한 개념이나 의문점을 조사하여 보충하는 등 과학 글쓰기에 적극적이었다.

셋째, 수업 시간에 배운 개념을 깊이 있게 이해한 학생들은 글쓰기를 통해 이를 효과적으로 정리하였음을 알 수 있었다. 호흡 기관의 구조와 기능을 설명하기 위해서는 호흡 과정에 어떤 기관이 관여하는지 알아야 하며 각 기관의 구조와 그 기능을 연결하여 이해

할 수 있어야 한다. (A)를 보면 먼저, 공기를 들이마실 때의 경로(코→기관→기관지→폐)를 제시함으로써 어떤 기관이 호흡 과정에 관여하는지 명시하였고, 인체 내부의 호흡 기관을 그리면서 그 위치와 구조를 보다 명확하게 정리하였다. 그림에서 화살표로 호흡에 관여하는 기관을 표시하고, 해당 기관의 명칭, 구조와 기능을 글로 설명하면서 각 기관이 호흡 과정에서 어떤 역할을 하는지 요약하였다. 호흡 기관의 핵심인 폐의 구조는 폐포를 확대하여 그림으로서 강조하였고, 호흡 운동에서 중요한 역할을 하는 횡격막과 폐를 보호하는 갈비뼈의 역할을 서술하였다. 담배의 유해성을 설명하기 위해서는 담배에 포함되어 있는 유해성분(니코틴, 타르, 일산화탄소 등)의 종류와 그 특성을 알아야 한다. (B)의 글쓰기 내용을 보면 이러한 내용이 정리되어 있음을 알 수 있다. (C)에 제시된 글쓰기에는 외호흡과 내호흡에서 중요한 개념들이 효과적으로 정리되어 있다. 먼저, 들숨과 날숨의 성분 차이를 파이 다이어그램으로 설명하였고, 이산화탄소 양의 차이에 대해서는 글쓰기와 지시약을 이용한 실험내용 결과를 병행하여 설명하였다. 외호흡과 내호흡을 비교하면서 일어나는 장소와 원리에 대해 요약하였다. 특히, 산소와 이산화탄소의 농도 차이와 이동 경로를

명확하게 정리하였다는 것은 이 학생이 기체 교환의 원리와 기체 교환 메커니즘에 대한 개념을 정확하게 이해하고 있다는 것을 보여준다. 마지막으로 배설과정에 대한 순차적인 서술 후에 핵심적인 세 단계(여과→재흡수→분비)를 요약한 (D)의 글쓰기를 통해서 학생이 개념을 명확하게 이해하고 있음을 알 수 있다.

학생들의 글쓰기 수준은 다양하게 나타났다. [그림 1]에 제시한 예시와는 달리 호흡 과정이나 기체 교환 과정을 설명할 때, 아무런 설명 없이 호흡 기관이나 폐포를 그림으로만 나타내거나 일부 과정만을 글로 표현한 학생들도 있었다. 흡연의 유해성에 대해서도 구체적으로 설명하지 못한 학생들도 있었으며, 배설 기관의 구조와 기능도 그 일부만을 정리하거나 틀린 내용들을 정리한 학생들도 있었다. 이처럼 다양한 수준의 글쓰기 결과는 학생들의 개념 이해 정도와 이해한 개념에 대한 표현력의 수준도 다양함을 뜻한다.

2. 과학 관련 태도에 미치는 영향

과학 관련 태도에 대한 실험반과 비교반의 사전·사후 검사 평균 점수와 공변량 분석 결과는 <표 1>과 같다. 수업 처치 후, 실험반은 ‘전체 과학 관련 태도’

표 1
과학 관련 태도 검사 결과

영역	집단	사전 검사		사후 검사			공변량분석	
		평균	표준편차	평균	표준편차	교정평균	F	p
과학 탐구에 대한 태도	실험반	2.65	.41	2.64	.52	2.64	5.218	.024*
	비교반	2.62	.51	2.42	.59	2.42		
과학 수업의 즐거움	실험반	3.61	.66	3.64	.65	3.62	5.376	.022*
	비교반	3.40	.76	3.25	.99	3.28		
과학에 대한 취미로 관심	실험반	2.82	.65	3.02	.49	3.01	1.564	.213
	비교반	2.88	.62	2.90	.54	2.90		
수용적인 과학적 태도	실험반	2.81	.41	2.94	.51	2.94	.653	.421
	비교반	2.72	.46	2.85	.50	2.86		
과학에 대한 적극성	실험반	2.77	.46	2.88	.56	2.88	4.476	.036*
	비교반	2.80	.54	2.66	.61	2.66		
전체 과학 관련 태도	실험반	2.97	.25	3.04	.31	3.04	12.650	.001*
	비교반	2.89	.35	2.82	.36	2.82		

*p<.05

(A) 1) 우리 몸에서 공기가 지나가는 길

→ 호흡기관의 구조와 기능을 설명할 수 있다. 코→기관→기관지→폐

코: 두개의鼻孔을 통해 공기가 들어간다. 코의 내벽은 점막과 점액질을 덮어있고 점액과 함께 먼지나 세균 등을 걸러내고, 공기를 가열해 기관지 기관지 공기는 기관을 지나 양쪽 폐로 갈라진다. 기관지 기관지와 함께 가지런하게 기관지를 통해 폐로 전달된다.

기관지: 폐를 떠난 공기의 부피가 줄어들면서 부피가 줄어들면서 기관지 벽이 좁아진다. 기관지 벽은 평활근으로 구성되어 있다. 기관지 벽의 평활근은 공기가 들어갈 때 수축하여 기관지를 좁게 만든다. 기관지 벽의 평활근은 공기가 들어갈 때 수축하여 기관지를 좁게 만든다.

폐: 폐는 인체와 밀접하게 연결되어 있다. 폐는 인체와 밀접하게 연결되어 있다. 폐는 인체와 밀접하게 연결되어 있다. 폐는 인체와 밀접하게 연결되어 있다.

기관지: 기관지 공기는 폐로 들어가기 전에 기관지 벽을 통과해야 한다. 기관지 벽은 평활근으로 구성되어 있다. 기관지 벽의 평활근은 공기가 들어갈 때 수축하여 기관지를 좁게 만든다.

(B) 담배의 유해성분을 알고 흡연이 인체에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

수업내용구.

흡연이 해로운 이유?

OO야... 담배가 해로운 이유를 아니?

그런데... 그냥 대강은 알 거야

내가 자세히 알려줄게...

먼저 니코틴이 있는데 니코틴은 노기를 자극해서 심혈관성증상을 일으켜 한번 피면 끊기 어렵게야 또 타르도 있는데 타르는 아스팔트를 만들 때 사용되는 검은색 물질이야 내가 설명할 마저막 성분은 일산화탄소인데 이것은 머리카락과 피부가 노화시켜서 피부에도 수 많은 악영향을 미친다...

그외엔 비소, 카드뮴, 나프탈렌, 포름알데히드, 부탄, 두드, 외에 40여가지 있으니 후기삼어카도피지마.

(C) 3) 흡수와 냉송의 성분이 다른 이유? 흡수

학습물: 외환과 냉송에서 기체 교환 과정 설명 할 수 있다.

BTB 용액 (저색상) ← 용액 → 용액

외환: 폐포와 모세혈관 사이의 기체교환. 폐포: O_2 , 모세혈관: CO_2 . 외환: 폐포: O_2 , 모세혈관: CO_2 .

냉송: 조직에서의 기체교환. 조직: CO_2 , 모세혈관: O_2 . 냉송: 조직: CO_2 , 모세혈관: O_2 .

1. 외환: 폐포에서의 기체교환 (외환에서 인체는 O_2 를 흡수하고 CO_2 를 배출한다). 폐포에서의 기체교환 (외환에서 인체는 O_2 를 흡수하고 CO_2 를 배출한다).

2. 냉송: 조직에서의 기체교환 (조직에서 인체는 O_2 를 흡수하고 CO_2 를 배출한다). 조직에서의 기체교환 (조직에서 인체는 O_2 를 흡수하고 CO_2 를 배출한다).

(D) 흡수 과정은 어떻게 정리하고 비어볼까?

비어볼까의 구조와 기능을 설명할 수 있다.

「도움이 되는 과정」

중립 용액 등대 공질과 다른 환경은 네트론이라는 작은 여과망에서 걸러져, 네트론은 여과 공질에 배양 개 정도 없었어, 편 개 네트론은 사구체, 보편여과, 세포막이 있는데, 편개 사구체 들어오면 편개 속의 용도 포도당, 요소 등의 물질은 보편여과로 들어가 사구체에서 나가는 편개는 보편여과와!

여과망의 세포막을 따라 물과 포도당은 세포막에서 모세혈관으로 재흡수되고 요소와 다른 노폐물들은 세포막에 남는데 이 편개도 다시 세포막으로 넘겨지고, 여과망의 재흡수와 보편여과 거치면서 정화공질 된 오줌이 되거...

분양: O_2 , CO_2 , 재흡수, H_2O

이유질: 여과망 무엇일까?

액체와 고체가 섞여있는 혼합물을 여과하기 위해 따라 분리하는 방법?

④ 설명하기 → 공질은 편개 속의 요소는 걸러진다. 이 과정은 정화공질 물은 여과망 들어있는 정화대기 거르는 거야라 비소.

정화기 섞여있던 물 → 여과기 통과 → 맑은 물 → 여과기 밖에는 정화공질이 남음.

그림 1 학생들의 글쓰기 내용 예시

와 그 하위 영역인 '과학 수업의 즐거움', '과학에 대한 취미로 관심', '수용적인 과학적 태도', '과학에 대한 적극성'에서 모두 평균 점수가 높아졌지만, 비교반은 '과학에 대한 취미로 관심'과 '수용적인 과학적 태도' 하위 영역에서만 평균 점수가 높아졌다. 공변량 분석 결과에서 실험반의 '전체 과학 관련 태도'가 비교반보다 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$). 이러한 결과는 과학 글쓰기가 복습과제로 주어졌을 때 중학교 1학년 학생들의 태도와 흥미에 효과적이라는 고은경(2009)과 과학 일기 쓰기가 과학적 태도에 긍정적인 기능을 한다는 남경운 등(2004)의 연구 결과와 일치한다. 따라서 정리 단계에서 과학 글쓰기를 강조한 수업도 과제로 주어진 과학 글쓰기나 과학 일기 쓰기와 같이 과학 관련 태도 함양에 긍정적인 효과가 있는 것으로 볼 수 있겠다.

과학 관련 태도의 하위 영역에서는 실험반의 '과학 탐구에 대한 태도'와 '과학 수업의 즐거움', '과학에 대한 적극성'이 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$). 과학 글쓰기 수업 전략에는 수업 후 학습한 내용을 글쓰기를 통하여 정리할 뿐 아니라 의문점이나 호기심을 스스로 적어보고 해결하는 과정이 포함되어 있다. 의문점이나 호기심을 해결하는 과정이 과학 탐구 과정이므로 과학 글쓰기 수업 전략이 '과학 탐구에 대한 태도'를 향상시키는데 효과가 있었다고 생각된다. 학생들이 과학 글쓰기 활동을 흥미로워했다고 보고한 지영숙(2006)의 연구 결과와 마찬가지로, 본 연구에서 학생들이 과학 수업이 즐거웠던 이유는 정해진 틀이 아니라 편지글이나 그림 설명 등 다양한 형태의 글쓰기를 할 수 있었기 때문이다. 또한 과학 글쓰기를 통해 의문점을 직접 탐구하고 해결할 수 있는 기회가 주어졌기 때문에 학생들이 즐거움을 느꼈다고 생각된다. 과학 탐구의 기회가 제공되고 다양한 글쓰기 활동을 할 수 있는 수업에 즐거움을 느꼈기 때문에 실험반 학생들이 수업과 과학적 문제에 적극적으로 참여하게 되었고, 그 결과 '과학에 대한 적극성' 역시 향상되었다고 볼 수 있다.

반면 '과학에 대한 취미로 관심'과 '수용적인 과학적 태도'는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 수용적인 과학적 태도는 논의를 통해 반대 의견도 수용하는 과학자적 태도를 갖는 것을 의미한다. 본 연구의 과학 글쓰기는 학생들이 과학적 개념을 정리하는 설명적 글쓰기이므로 '수용적인 과학적 태도'에는

영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 또한 과학 개념 정리가 과학 글쓰기의 중심이 되었기 때문에 학생들의 '과학에 대한 취미적 관심'은 향상되지 않은 것으로 보인다.

3. 과학 학습 동기에 미치는 영향

과학 글쓰기 수업 전략이 학생들의 과학 학습 동기에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험반과 비교반의 사전·사후 검사의 평균 점수와 공변량 분석 결과를 <표 2>에 나타내었다. 글쓰기 수업 후, '전체 과학 학습 동기'와 그 하위 영역인 '내적목표 지향'와 '과제에 대한 가치', '자기 효능감'에서 실험반의 평균 점수가 높아졌다. 하지만 비교반은 '전체 과학 학습 동기'의 평균 점수가 낮아졌으며 '외적목표 지향' 하위 영역을 제외한 모든 하위 영역에서 평균 점수가 낮아졌다.

공변량 분석 결과, 실험반의 '전체 과학 학습 동기'가 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$). 학습 동기는 학습이 일어나게 하는 원동력으로 학습자가 스스로 과제를 선택하고 해결하게 하며 학습 상황에서 어려움이 있더라도 꾸준히 학습할 수 있도록 하는 역할을 한다. 본 연구의 과학 글쓰기 수업 전략이 학생들의 학습 동기 향상에 영향을 미친 것을 알 수 있으며 이는 과학 글쓰기 프로그램이 중학교 3학년 학생들의 학습 동기를 향상시킨다고 보고한 함성민(2009)의 연구 결과와도 일치한다.

과학 학습 동기의 하위 영역 중, 실험반의 '과제에 대한 가치'와 '자기 효능감'이 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$). 과학 글쓰기 수업 전략에서는 수업 마지막 단계에서 학습한 과학 내용을 글로 정리하였기 때문에, 실험반 학생들이 학습 주제의 중요성과 자신과의 관련성을 인식하게 되어 '과제에 대한 가치'가 향상된 것으로 생각된다. 또한 학습한 내용을 노트와 편지, 도식화 및 설명 등의 다양한 글쓰기 형태로 정리하면서 학습 내용에 대한 이해도가 높아졌고, 이에 따라 과학 학습에 대한 '자기 효능감'도 향상된 것으로 보인다. 반면 실험반의 '내적 목표 지향'과 '외적 목표 지향' 평균 점수는 비교반과 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 지영숙(2006)의 연구 결과에 따르면 과학 글쓰기 활동이 학습에 대한 즐거움, 흥미 및 도전하고자 하는

표 2
과학 학습 동기 검사 결과

영역	집단	사전검사		사후검사			공변량분석	
		평균	표준편차	평균	표준편차	교정평균	F	p
내적목표 지향	실험반	2.96	.60	3.06	.63	3.06	2.042	.156
	비교반	2.93	.70	2.88	.73	2.89		
외적목표 지향	실험반	3.36	.49	3.17	.55	3.15	1.309	.255
	비교반	3.21	.59	3.25	.57	3.27		
과제에 대한 가치	실험반	3.34	.67	3.55	.60	3.54	7.771	.006*
	비교반	3.26	.86	3.20	.75	3.21		
자기 효능감	실험반	3.13	.46	3.30	.49	3.30	4.025	.047*
	비교반	3.18	.54	3.13	.48	3.13		
전체 과학 학습 동기	실험반	3.20	.40	3.27	.34	3.27	4.459	.037*
	비교반	3.15	.50	3.12	.43	3.12		

*p<.05

육구에 의해 동기화되는 내적 동기를 강조한 정의적 영역에 매우 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 하지만 본 연구에서 '내적목표 지향'에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것은 과학 글쓰기 수업이 스스로 개념을 정리하는 단계에 10분 정도 이루어졌기 때문에 전체적인 과학 글쓰기 프로그램을 적용한 수업에 비해 그 한계가 있다고 생각된다.

4. 학업 성취도에 미치는 영향

과학 글쓰기 수업 전략이 학생들의 학업 성취도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 공변량 분석을 실시하였고, 실험반과 비교반의 사전 검사(전국 진단 평가)와 사후 검사(학기말 시험)의 평균 점수와 공변량 분석 결과를 <표 3>에 나타내었다.

표 3
학업 성취도 검사 결과

성취도 수준	집단 (인원)	사전검사		사후검사			공변량분석	
		평균	표준편차	평균	표준편차	교정평균	F	p
상위	실험반(21)	83.97	7.89	88.95	17.96	88.98	15.573	.000*
	비교반(20)	82.24	6.46	71.20	8.45	71.17		
중위	실험반(22)	62.37	6.13	77.59	13.06	75.69	3.628	.064
	비교반(21)	57.21	6.78	65.96	13.17	67.94		
하위	실험반(22)	38.27	10.79	54.27	18.02	54.90	.321	.574
	비교반(21)	40.02	9.478	53.00	14.31	52.35		
전체	실험반(65)	61.19	20.52	73.37	21.78	72.86	12.699	.001*
	비교반(62)	59.46	18.96	63.26	14.34	63.79		

*p<.05

수업 처치 후, 실험반의 평균 점수가 비교반보다 높았으며 공변량 분석 결과, 실험반 전체의 학업 성취도가 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$). 고등학교 2학년 학생들을 대상으로 과학 글쓰기의 효과를 연구한 이순이(2008)에 따르면 과학 글쓰기 과정에서 개념을 재정리하게 되어 학생들의 이해가 향상되었고, 오개념을 발견하고 정정할 수 있었기 때문에 학업 성취도가 높아졌다고 한다. 정희선(2010) 역시 과학 글쓰기 과정을 통해 과학적 탐구 과정과 개념적 이해가 향상되어 중학교 1학년 학생들의 학업 성취도가 향상되었다고 보고하였다. Rivard(1994)는 과학 글쓰기를 통해 자신의 생각을 명료화·정교화 할 수 있고 개념에 대한 확실한 이해를 할 수 있다고 하였는데 특히, 설명적 글쓰기 유형이 개념 이해에 효과적이라고 하였다. 본 연구에서 실험반은 학습 목표와 학습 내용을 스스로 정리하는 설명적 과학 글쓰기를 하였다. 그 과정에서 학생들이 학습한 과학 개념을 보다 명확하게 이해하게 되어 학업 성취도가 향상된 것으로 분석된다.

학업 성취도 수준에 따른 사후 학업 성취도를 살펴보면 실험반이 비교반보다 상위 수준은 17.75점, 중위 수준은 11.63점, 하위 수준은 1.37점 높은 것으로 나타났다. 하지만 실험반의 상위 수준 학생들의 평균 점수만이 비교반보다 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타나($p < .05$) 과학 글쓰기 수업은 학업 성취도가 높은 학생들에게 더 효과적임을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 중학교 2학년의 「열 에너지」, 「물질의 구성」, 「소화와 순환」, 「호흡과 배설」 단원에서 과학 글쓰기 수업을 적용하여 과학 글쓰기 활동이 학생들의 과학 관련 태도, 과학 학습 동기 및 학업 성취도에 미치는 영향을 알아보았다.

본 연구 결과로부터 얻은 결론은 다음과 같다. 첫째, 과학 글쓰기를 활용한 수업은 학생들의 과학 관련 태도를 향상시킨다. 학생 스스로가 설정한 학습 목표를 수업 시간에 탐구해보고 글로 정리함으로써 과학적으로 탐구하는 태도와 과학 학습에 대한 적극성이 길러졌으며 과학 수업을 더 즐거워하게 되었다. 둘째, 과학 글쓰기는 학습 동기를 향상시키는데 효과적이다. 학생들은 글쓰기를 통해 학습한 주제와 개념의 중

요성을 인식하게 되었고 학습에 대한 자기 효능감도 향상되었다. 셋째, 과학 글쓰기를 활용한 수업은 학생들의 학업 성취도 향상에도 효과적이다. 학습한 과학 개념을 다양한 유형의 글쓰기로 정리하면서 과학 개념을 더 명확히 이해할 수 있었고 글쓰기에 대한 교사의 피드백을 받을 수 있었으므로 더 효과적이었다고 생각된다. 따라서 수업의 정리 단계에서 단순히 문제 풀이 형태로 마무리를 하는 것보다 학생들이 학습한 내용을 글쓰기로 정리하는 과학 글쓰기 활동을 현장에서 활용할 경우 정의적 영역뿐 아니라 인지적 영역에서도 긍정적인 변화가 나타날 것으로 보여 진다.

이상의 결론을 바탕으로 다음과 같이 제언하고자 한다. 첫째, 학업 성취도 수준에 적합한 과학 글쓰기 활동 개발이 필요하다. 본 연구 결과에 의하면 과학 글쓰기 활동은 학생들의 학업 성취도 수준에 따라 효과가 다르며, 상위 수준의 학생들에게서 가장 큰 효과를 나타내고 있다. 이것은 상위 수준의 학생들은 학습 내용과 학습 목표에 맞게 자기 주도적으로 글쓰기 유형을 선택하여 개념을 효과적으로 정리한 것이 성적 향상으로 이어졌다고 보여 진다. 따라서 각 집단에게 보다 적합한 과학 글쓰기 유형을 파악하고 글쓰기 활동을 개발하여 적용하는 후속 연구가 필요하겠다. 둘째, 과학 글쓰기가 정의적 영역에 미치는 효과를 보다 장기적인 연구를 통해 알아보아야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 과학 글쓰기 수업을 통하여 과학 관련 태도와 과학 학습 동기가 유의미하게 향상되었다. 하지만 하위 영역인 「과학에 대한 취미적 관심」, 「수용적인 과학적 태도」와 「내적, 외적목표 지향」에서는 유의미한 변화가 관찰되지 않았다. 따라서 보다 많은 학생들을 대상으로 장기간의 연구를 통해 과학 글쓰기가 정의적 영역에 미치는 효과를 재분석 할 필요가 있겠다. 셋째, 최근 과학 글쓰기의 효과에 대한 많은 연구가 이루어지고 있지만 지식 기반 사회에서 요구하는 창의적이고 종합적인 사고를 하는 인재에게 요구되는 창의성이나 비판적 사고, 메타인지와 같은 고차원적 사고에 미치는 효과에 대한 연구도 필요할 것으로 생각 된다.

국문 요약

본 연구에서는 과학 수업의 정리 단계에서 글쓰기를 강조한 수업이 학생들의 과학 관련 태도, 학습 동

기 및 학업 성취도에 미치는 영향을 알아보았다. 경기도 소재 중학교 1개교의 2학년 학생 127명을 연구 대상으로 총 30차시에 걸쳐 수업을 진행하였다. 수업 정리 단계에서 실험반은 학습 목표와 연관된 과학 개념을 글쓰기로 정리하였고, 비교반은 문제 풀이로 정리하였다. 학생들의 과학 관련 태도는 TOSRA를 수정·보완한 과학 관련 태도 검사지, 과학 학습 동기는 PALS와 MSLQ를 수정·보완한 과학 학습 동기 검사지, 학업 성취도는 학교의 지필 평가를 이용하여 측정하였다.

본 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 과학 관련 태도 검사 결과, 과학 글쓰기 수업은 학생들의 전체적인 과학적 태도 함양에 유의미한 효과가 있었다($p < .05$). 특히, 하위 영역에서는 학생들의 '과학 탐구에 대한 태도'와 '과학 수업의 즐거움', '과학에 대한 적극성'에 유의미한 효과가 있었다($p < .05$). 둘째, 과학 학습 동기 검사 결과, 과학 글쓰기 수업은 학생들의 전체적인 학습 동기를 유의미하게 향상시켰으며($p < .05$), 하위 영역에서는 '과제에 대한 가치'와 '자기 효능감'에 효과가 있었다. 셋째, 과학 글쓰기를 활용한 수업은 학생들의 학업 성취도 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < .05$). 특히 상위 수준의 학업 성취도 집단에 더 효과가 있는 것으로 나타났다.

주제어: 과학 글쓰기, 과학 관련 태도, 학습 동기, 학업 성취도

참고 문헌

- 고은경 (2009). 복습과제로서 과학글쓰기가 중학교 여학생들의 학업 성취도와 정의적 특성에 미치는 영향. 경북대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 곽민숙, 이용섭, 한영옥 (2009). 과학일지 쓰기가 초등학생의 과학 학업성취도와 정의적 영역에 미치는 영향. 대한지구과학교육학회지, 2(1), 1-12.
- 교육과학기술부 (2009). 과학과 교육과정: 교육인적자원부 고시 제 2011-361, 교육인적자원부.
- 구슬기, 박일우 (2010). 초등 과학 글쓰기 지도 전략의 개발 및 적용. 초등과학교육, 29(4), 427-440.
- 김성원, 이현주, 강순희, 우애자, 정영란, 엄안흠, 안홍배, 채동현, 김지선, 정세미, 허희선, 서재현, 윤원정, 이윤하, 손선영, 이미숙, 이선길, 고선영, 오성진, 이승우 (2011). 중학교 과학 2. 두배의느낌.
- 남경운, 이봉우, 이성묵 (2004). 과학 일기 쓰기가 과학 영재의 과학에 관련된 정의적 특성에 미치는 영향. 초등과학교육학회지, 24(6), 1272-1282.
- 남정희, 광경화, 장경화, Hand, B. (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic)의 중학교 과학 수업에의 적용. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.
- 박지영, 신영준 (2007). 초등학교 실험관찰에 나타난 과학적 사고력을 토대로 한 과학 글쓰기 유형 분석. 과학교육논총, 20(1), 99-112.
- 박희진, 권난주 (2008). 초등학교 과학일기 유형 분석 및 일기 쓰기의 효과. 한국과학교육학회지, 28(6), 519-526.
- 배희숙, 전영석, 홍준의 (2009). 과학 탐구 능력 신장을 위한 과학 글쓰기 교수 학습 전략 개발. 초등과학교육, 28(2), 178-186.
- 손정우 (2006). 과학논술능력 향상을 위한 과학적 사고력에 근거한 과학 글쓰기 교수법. 교육과정평가 연구, 9(2), 333-355.
- 신미영, 최승언 (2009). 8학년 학생들의 자기주도적 과학탐구 보고서에 제시된 결론의 특징. 한국지구과학회지, 30(5), 759-772.
- 이강남 (2007). 구성주의 학습전략이 중학생의 과학개념학습과 과학적 태도에 미치는 영향: 과학 글쓰기를 중심으로. 전북대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이순이 (2008). 과학글쓰기가 화학 I 과목의 학업 성취도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이재승 (2002). 글쓰기 교육의 원리와 방법-과정 중심 접근. 서울: 교육과학사.
- 정희선 (2010). 중학교 1학년 「영양소와 소화」단원에서 과학 글쓰기 활동의 효과. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 정혁, 정용재, 송진웅 (2004). 빛을 주제로 한 11학년 학생의 과제 유형에 따른 글쓰기 분석. 한국과학교육학회지, 24(5), 1008-1017.
- 정희모 (2004). MIT 대학 글쓰기 교육 시스템에 관한 연구. 독서연구, 11, 327-356.
- 지영숙 (2006). '지구와 달' 단원에서 초등학생들의 과학글쓰기 활동 효과. 청구교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 천재훈, 손정우, 권은실 (2006). 과학적 사고력 향상을 위한 과학 글쓰기 활동. 2006년도 국제세미나 및 제 49차

동계학술대회 발표 자료집 (p. 27). 한국과학교육학회.

천재훈, 손정우 (2004). 과학 교과서에 나타난 창의적 사고능력 계발을 위한 과학 글쓰기 형태분석. 제 46차 하계학술대회 발표 자료집 (p. 131). 한국과학교육학회.

함성민 (2009). 과학 글쓰기 프로그램이 중학생의 학습 동기와 글쓰기 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.

허명 (1993). 초 중 고 학생의 과학 및 과학교과에 대한 태도 조사 연구. 한국과학교육학회지, 13(3), 334-340.

Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learning in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097.

Akkus, R., Gunel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745-1765.

de Jong, T., Ainsworth, S., Dobson, M., van der Hulst, A., Levonen, J., Reimann, P. (1998). Acquiring knowledge in science and mathematics: The use of multiple representations in technology-based learning environments. In M. W. van Someren, P. Reimann, H. P. A., Boshuizen & T. de Jong (Eds.), *Learning with multiple representations* (pp.9-40). Oxford, UK: Pergamon.

Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E. (2004). Using a science writing heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science*

Education, 26(2), 131-149.

Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigation in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.

Midgley, C., Maehr, M. L., & Urdan, T. C. (1993). *Patterns of adaptive learning survey*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.

Owens, C. V. (2000). Teachers' responses to science writing. *Teaching and Learning-grand forks-*, 15(1), 22-35.

Pintrich, P. R., Smith, D. A. R., Garcia, T., & McKeachie, W. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*. University of Michigan, National center for research to improve postsecondary teaching and learning, Ann Arbor, MI.

Prain, V. & Hand, B. (1999). Students perceptions of writing for learning in secondary school science. *Science Education*, 83(2), 151-162.

Prain, V. (2006). Learning from Writing in secondary science: some theoretical and practical implications. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 179-201.

Rivard, L. P. (1994). A review of writing to learn in science : Implication for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983.

Wallace, C. S., Hand, B., & Prain, V. (2004). Does writing promote learning in science? In C. S. Wallace, B. Hand, & V. Prain (Eds.). *Writing and learning in the science classroom*. Kluwer academic publishers.