

英才教育研究

Journal of Gifted/Talented Education

2003. Vol 13. No 2, pp. 113-130

초등과학영재를 위한 원격교수 학습 자료 개발 및 적용2 - 보고서 분석

박종석 (경북대학교 화학교육과)

오원근 (충북대학교 물리교육과)

박종욱 (청주교육대학교 과학교육과)

정병훈 (청주교육대학교 과학교육과)

요 약

본 연구에서는 탐구 과정기술과 사고력을 증시하는 초등학교 과학과목의 특성을 고려하여 개발된 원격교육모형에 적용할 수 있는 학습 자료를 개발하고, 원격교수학습의 보고서를 통해 나타난 학생들의 특성을 조사하였다.

학생들은 보고서 작성을 위해 다양한 실험 방법들을 고안하는 과정에서 관찰 태도나 과학적 사고력을 신장시키는 계기를 가졌다. 이 같은 결과는 원격교육의 수업 모형이 학생들 간의 상호 작용과 그것을 종합화 할 수 있는 보고서 및 평가 등의 구성 요소들로 이루어졌기 때문에 가능할 수 있었다.

그러나 원격교육에서는 교사들이 학생들을 직접 관리 또는 감독하지 못하기 때문에 학생들의 특성을 바람직한 방향으로 유도하기가 곤란한 점도 없지 않아 있다는 것을 인정하여야 한다. 예를 들어, 보고서 작성의 형식에 대해 개별적인 평가를 해 주어도 학생들은 자신들이 가지고 있는 생각의 틀을 고수하는 점을 볼 수 있었다.

주요어 : 원격교수학습, 원격교수학습 자료, 학생들의 보고서

I. 연구 목적 및 필요성

6차 교육과정부터는 과학 교육에서 학생들의 학습 목표를 과학 개념에 대한 이해 뿐 아니라 탐구 사고력 및 기능 향상도 중요한 목표로서 취급하고 있다(교육부, 1992). 탐구 사고력에 대한 강조는 3차 교육과정부터 지속되어 온 것이기는 하지만, 교육과정에서 구체적인 학습 목표로서 제시된 것은 6차 교육과정이 처음이라고 할 수 있다. 그러나 이러한 교육과정의 요구에도 불구하고 현장에서는 다인수 학급, 시간의 부족, 장비 및 준비의 부족 등으로 인하여 사실상 기대하는 만큼 운영이 제대로 이루어지기 어려운 것이 현실이다.

그런데 학생의 탐구 사고력을 향상시킬 수 있는 과학교육이 제대로 이루어지지 못하는 이유는 단지 이러한 여건의 문제 뿐 아니라, 실험실 위주로 이루어지는 기존의 탐구 수업은 학생의 실생활 경험과 유리된 내용이 지나치게 다루어지고 또한 교사 중심으로 진행되기 때문에 의미 있는 학습이 되지 못하는 한계가 있게 되고, 이러한 교수 학습에서는 학생들의 창의성이 신장되기에 부족한 측면이 있다. Schwab(1966)이 탐구 학습의 단계를 분류하면서 지적한 바 있듯이 탐구는 주어진 과제를 해결하는 고정적 탐구보다는 스스로 과제를 설정하고 이를 해결하려 하는 유동적 탐구가 더 바람직한 방향이며, 이러한 유형의 탐구를 통하여 학생들은 창의성의 신장과 함께 과학적 탐구가 이루어지는 과정을 더 올바르게 이해할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 탐구의 상황을 학교 실험실만이 아닌 좀 더 생활 주변의 여러 가지 경험과 관련된 쪽으로 안내하는 것도 필요하다. 그러나 지금까지의 관행으로 볼 때에는 이러한 탐구는 학교 밖에서 교사의 통제를 벗어나 이루어지는 것이므로 쉽게 받아들여지는 것이 아니다.

최근 활발한 컴퓨터의 보급과 인터넷 환경의 확대에 인하여 학생들이 이러한 환경에서 교사와 직접 대면하지 않고도 동일한 시간, 동일한 장소에서 의사소통을 하여 교수-학습이 이루어질 수 있는 기회가 가능해지고 있다. 그러므로 학교현장에서는 기존 교육 방법에서 벗어나 개인의 개성과 능력을 존중하는 개별학습에 대한 요구가 요청된다. 나아가 벽이 없는 학교, 원거리 교육, 무학년제 등의 개념이 등장하여 학교나 수업형태가 다양해져 통합 매체 활용에 의한 학습의 필요성이 증가된다. 이런 면에서 인터넷은 학교, 지역사회, 산업체, 가정을 좀더 가깝게 연결시켜주고 다양한 학습을 가능하게 해주는 통합적인 학습매체로서의 기능뿐만 아니라 학습자간의 상호작

용을 유도하여 교육의 궁극적 목적의 하나인 인지적, 기능적, 정의적인 영역에서 통합적 학습을 가능하게 해줄 수 있다. 여기서 학생들은 학습에 있어 능동적인 주체자가 됨으로써 학습효과를 극대화 할 수 있다(Peha, 1995).

과학교과에서 컴퓨터는 현재까지 알려진 과학교수 매체와는 달리 상호 대화식 학습 지도를 보조할 수 있는 수단으로서 동기 유발, 성취도 진단, 개인 교수 등 과학의 학습 지도와 관련된 문제를 해결하는데 유용하게 사용될 수 있다고 보고 있으며(조희형, 박승재, 1995), 안전문제(Waddick, 1994)나 장비 부족으로 직접 실시하지 못했던 실험을 모의 실험으로 대체할 경우 직접 눈으로 볼 수 없는 미시 세계를 보여 줄 수 있는(Kozma, 1991) 장점이 있다. 또한 콜리스(Collis, 1988)는 정보화 시대에서 과학교육의 목표 중에서 탐구 기능의 개발을 강조하면서 과학교육에서 컴퓨터 도입의 필요성을 주장하였다.

본 연구는 기존 연구(박종석 등, 2003)에서 개발한 탐구 과정기술과 사고력을 중시하는 초등학교 과학에 적합한 인터넷 원격교육 모형에 적용할 수 있는 학습자료를 실제로 원격 교육에 적용하여 개발된 모형에 따른 원격교육이 초등학생들의 과학적 탐구 사고력을 신장시키는데 의미있게 기여할 수 있는지 조사하기 위한 것이다.

이에 본 연구에서는 개발된 자료들을 활용하여 인터넷을 통한 원격 교육을 실제로 수행하고, 이러한 학습 모형의 타당성과 자료의 효용성을 알아보기 위해 학생의 보고서 분석한다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

초등과학영재들의 과학적 탐구 사고력 신장에 적합한 원격 교수학습 모형에 적용할 수 있는 교수학습 자료를 개발하기 위해서 초등학교 4~6학년 과학 영역 중 물리, 화학적 내용의 주제를 추출하여 웹에 기반을 둔 주제별 멀티미디어 학습자료와 이들 주제 영역에서 구체적 탐구활동이 강조된 원격탐구과제를 개발하였다.

이를 근거로 교사와의 직접적인 상호작용이 강조된 인터넷 교수-학습 사이트를 구축하고, 과학에 관심과 흥미가 있는 초등과학영재들을 선정하여 6주 동안 원격교육을 실시하여 이들에 대한 운영 결과를 바탕으로 개발된 자료의 타당성과 효용성을 평가, 분석하였다.

2. 연구 대상 및 방법

분석의 대상은 학교의 추천을 받고 과학에 흥미와 관심이 있는 청주 및 충북 소재 초등학교 4~6학년 과학영재 100명으로 하였다. 이들은 자신의 선호에 따라 학습 주제를 선택하였다. 학생들의 추천 및 선발 조건은 가정에 모뎀에 장착된 컴퓨터를 구비하고 있어 연구자들이 운영하는 인터넷 서버에 접속할 수 있어야 하며, 또한 인터넷 사용에 대한 사전 교육을 받아서 인터넷 접속 및 사용에 어려움이 없는 학생들이다. 실제로 선발된 학생들에게는 모뎀을 이용한 인터넷 접속 환경 설정과 접속 및 사용 방법에 대한 기초적인 교육을 실시하였다. 한편 이 학생들의 학부모들은 학생들이 인터넷을 사용하여 교육하는데 적극적으로 협조하였으므로 학생들이 인터넷을 사용하여 원격 교육을 받는데 시간적 공간적 제약을 받지 않았다. 이들 학생들에게는 개인 ID와 Password를 부여하여 각 개인이 본 연구를 위한 웹 서버에 접속하여 교육 활동에 참가하는 빈도와 수준에 대하여 가능한 모니터링이 이루어졌다.

분석을 위한 자료의 획득은 학생들이 인터넷에 접속하여 과제를 부여받은 후 이를 수행하여 인터넷 서버에 올린 과제 보고서, 인터넷 상의 feedback, 토론 및 평가 등을 통하여 학생들이 과제를 수행한 포트폴리오를 인터넷 상에서 획득하고, 부족한 부분이나 학생들의 의견 및 건의 등은 인터넷을 통한 설문 또는 면담을 통하여 획득하였다.

자료의 분석은 획득한 자료를 바탕으로 인터넷의 접속 횟수, 과제의 이해, 과제의 수행 중에 나타난 탐구 사고력 및 기능 유형, 학습의 정도, 학습 모형의 장점과 개선점, 원격교육 상의 장점 및 개선점 등을 분석하였다.

III. 원격교육에서 보고서 내용 분석

물리는 과제의 특성상 토론이 부각되고 화학은 보고서가 부각되었으므로 보고서 내용 분석은 화학 과제를 예시로 하였다.

6주간의 원격 교육을 운영하는 동안 각 과제별로 학생들은 1주일 단위로 학습 및 토론을 한 후, 보고서를 제출하였다. 제출된 학생들의 보고서 중에서 화학 분야의 '물질의 상태'에 대한 학생들의 보고서를 비교 분석하였다.

'물질의 상태'는 초등과 중등 과정에서 제시되어있는 내용이고, 실생활과 관련하여 탐구할 수 있는 주제이다. 처음 3주 동안은 물질의 고체, 액체, 기체 세 가지 상태를

일상생활 속에서 탐구할 수 있는 내용이 제시되었으며, 나머지 3주 동안은 물질의 상태 변화와 그 응용에 관련된 문제가 제시되었다.

이 과제 등록자 15명 중에서 접속 횟수가 30번 이상인 학생들은 6명이었다. 이들 중 학생 A와 B의 보고서를 비교 분석하였다. 학생 A는 45번 접속하였고, B는 62번 접속하였다. 학생 A는 6개의 보고서 중 1개를 뒤늦게 제출하였고, 학생 B는 6개의 보고서를 모두 기한 내에 제출하였다.

학생 A와 B의 보고서를 분석 대상으로 삼은 것은 A와 B가 제출한 보고서의 유형이 상반되기 때문이다. 이렇게 완전히 상반되는 유형의 보고서를 비교 분석하는 것이 본 연구에서 개발한 원격교육의 수업모형의 효과를 좀더 효율적으로 검증할 수 있을 것이다.

<표III-1>에 제시되었듯이 학생 A의 보고서는 비조직적이며 체계적이지 못한 반면 학생 B의 보고서는 형식이 잘 갖추어져 있다.

첫 번째 과제는 비눗방울(또는 물방울)이 액체인지 기체인지 알아보는 탐구문제이다. 이를 통하여 우리가 흔히 접하는 간단한 현상을 가지고 이미 우리가 알고 있는 지식에 바탕 하여 새로운 갈등을 유도하는 것이 목표이다.

이를 해결하기 위해서는

첫째, 실험을 실시해본다.

둘째, 문제 해결을 위한 방법을 찾아본다.

셋째, 스스로 내린 결론을 뒷받침할 수 있는 근거들을 찾아 본다

등의 과정이 필요하다.

이런 문제는 단순하게 생각만으로도 일단 답을 쓸 수는 있다. 그러나 과학은 단순히 생각만을 해서 답만을 찾고자 한다면 가치가 떨어진다. 생각을 해나가는 과정 속에서 그와 관련된 실험을 하거나, 자료를 찾아보면서 자신의 생각을 확고히 할 필요가 있다.

이런 점에서 보고서 제출 학생 중 1명만이 적절하게 실험을 해가면서 체계적으로 문제를 해결하는 과정을 보여주었으나, 나머지 학생들은 그렇게 하지 않았다. 그리고 제출한 보고서도 체계적으로 정리하지 못했다.

<표III-1> 과제 1에 대한 학생 A, B의 보고서

과제	학생 A의 보고서	학생 B의 보고서
<p>1차 과제: 비누 방울은 액체인가 기체인가?</p>	<p>물방울을??</p> <p>이건 짧은 내 생각이라 맞는지 모르겠다... 이걸 쓰면서 맞는지 안 맞는지도 많이 고민했 다...</p> <p>비누방울의 겉에는 액체 고, 안에는 기체이다(비 누방울: 둥그런 모양의 밖과 안을 다 포함시 킴).</p> <p>그러므로 즉, 액체와 기 체의 조화!? 비누방울이 터지고 비눗 물이 남는 것은 표면으 로 되어 있던 비눗물이 남는 것이고....</p> <p>참! 비누방울이 (보통) 둥그렇게 되는 것은 최 소한의 표면적을 갖기 위해서 그런 것이라고 하는데....</p> <p>비누방울.....이에여 제목을 물방울이라고 썼 는데 비누방울로 고칠게 여...</p> <p>그리고..겉에 액체로 되 어있다는 것은 비눗물로 막이 형성되어 있기 때 문에 액체라고 생각한 것임..</p>	<p>비눗방울은 액체? 고체?</p> <p>1. 실험목적: 놀다보면 금방 터져 짜증나기 일쑤인 비눗방울의 성분을 알아보기 위한 실험이다.</p> <p>2. 실험방법 *풍뎡과 물을 섞어 비눗방울을 만든다 *만든 비눗방울을 불러본다 *비눗방울의 성분을 생각해본다.</p> <p>3. 실험결과 결론부터 말하자면 비눗방울은 액체이다. 우리들이 입 김을 불면 따뜻한 공기가 비눗방울 안으로 들어가 기 체가 팽창하여 위로 올라가는데 올라가다가 다시 공기 의 온도(기온)가 낮아져 내려오다가 수축이 되어서 터 지게 되는 것이다. 즉, 액체인 비눗물은 입김이나 바 람을 불면 안이 공기보다 가벼워져서 기온이 올라간다고 생각한다. 그리고 비눗방울은 기체이기 때문에 하 늘로 올라가는 것이 아니라 우리 몸의 뜨거운 입김 때 문에 팽창되어 올라간다고 생각한다. 그러므로 나는 비눗방울은 액체라고 생각한다.</p> <p>4. 실험 뒤 느낀 점 하늘로 올라가는 것이라 해서 모든 것이 기체가 아님 을 알았다. 그리고 오래간 만에 비눗방울 놀이를 실험 하는 기분으로 부니 더욱 재미있었다.</p> <p>5. 궁금한 점 지금은 입김을 불어 실험을 했는데 찬 겨울 바람으로 하면 어떻게 될지 궁금하다.</p>

학생 A는 비눗방울을 두 가지 상태로 나누어 생각하여, 안은 기체, 밖은 액체라고 판단하였다. 우리들은 언제나 고정된 생각을 하기 쉬운데 참신한 생각을 하였다. 그러나 자신의 보고서 내용에 대한 확신이 없다. 학생 B는 비눗방울을 액체라고 하였는데, 그 근거로 비눗방울이 기체가 아닌 이유를 들어 설명하였다. 한편 비눗방울이 공기 중에서 뜨는 이유 등을 설명하였다. 보고서의 형식에 맞추어 잘 정리하였다. 전체적으로 체계적이다. 실험을 실제로 한 것을 높이 평가할 수 있다. 아쉬운 점은 비눗방울이 액체인 이유를 비눗방울이 공기 중에서 뜨는 이유 설명으로 대신하였다.

<표III-2> 과제 2에 대한 학생 A, B의 보고서

과제	학생 A의 보고서	학생 B의 보고서
<p>2차 과제 : 마요네즈와 케첩은 액체인가 고체인가</p>	<p>마요네즈와 케첩은? 마요네즈와 케첩은 액체와 고체 중에서 어느 쪽이냐는 문제를 내셨져? 음... 저는 액체라고 생각해요..... 고체는 일정한 모양을 가지고 있지만 마요네즈나 케첩은 액체와 같이 담기는 곳에 따라서 모양이 변형되잖아요..그래서 액체라고 생각하는데... 좀 더 정확히 말하자면 콜로이드 용액이라고 생각했어요... 한천이나 두부같은 콜로이드.. 글구 콜로이드 용액 중에서 sol(졸) 상태라고 생각하는데.. 마요네즈나 케첩은 모양이 바뀌니깐... 저 이번 과제를 수행하면서 결과 상태에 대해서 더 정확히 알게 되었어요.. 감사드려여.....</p>	<p>『케첩과 마요네즈의 정체는?』</p> <p>1>실험목적 케첩이나 마요네즈가 액체의 상태인지 고체의 상태인지를 알아본다.</p> <p>2>실험방법 ★접시 두 개를 준비한다 ★각각 접시에 같은 양의 케첩과 마요네즈를 넣는다. ★한 접시는 냉동실에, 한 접시는 냉장실에 넣어둔다. ★조금 있다가 두 접시의 상태를 살펴본다.</p> <p>3>실험 전 예상 냉장실에 있는 것은 흐르고 냉동실에 있는 것은 얼어 흐르지 않을 것이다. 그래서 케첩이나 마요네즈는 액체일 것이다.</p> <p>4>실험결과 온도가 영상 6°C인 냉장실에 1시간 동안 넣어두었던 케첩, 마요네즈와 온도가 영하 7°C인 냉동실에 1시간 동안 넣어두었던 케첩, 마요네즈를 흐를 수 있게 해 보았더니 둘 다 흐르지 않았다. 그래서 고체의 물질이라고 생각을 했다. 그러나 혹시 하는 생각에 두 접시의 케첩, 마요네즈를 포크로 찔러 보았더니 냉장실에 넣었던 것은 딱딱하지 않고 액체처럼 흐느적거렸다. 또, 냉동실에 있던 것은 포크가 간신히 들어갈 정도로 얼어 있었다. 내 생각으로는 냉장실에 있던 것은 냉장실의 온도가 아직 얼 수 있는 영하 0°C가 되지 않아 아주 미세하게 흐를 수 있는 특성을 아직도 가지고 있는 것 같고 냉동실에 있던 것은 케첩의 수분이 얼어서 액체의 성질을 잃은 것 같다. 따라서 나는 케첩이 물 같이 확실하게 액체란 것을 알 수는 없지만 나름대로 액체의 성질을 가진 액체라고 생각한다.</p> <p>5>느낀점 평소에 먹는 케첩이 액체인지 고체인지 탐구할 생각도 하지 못 했는데 과학자가 된 듯한 느낌으로 탐구를 해보니 일상 생활 모든것에는 과학에 관련 되지 않은 것이 없는 것 같다...♡</p>

두 번째 과제에는 모두 5명이 보고서를 제출하였고, 각각은 흥미롭고, 새로운 시도를 하였다. 모두가 한결같이 마요네즈나 케첩은 액체라고 결론 내렸다. 그 근거로 액체의 특성, 고체가 아닌 이유, 마요네즈의 재료, 체계적인 실험을 통한 결과를 들었다.

학생 A는 액체의 특성으로 액체임을 밝혔다. 나아가 콜로이드 용액이라고 하였다. 또한 졸과 겔 등의 용어를 언급하였고 이에 대해 알게 되었음을 진술하였다. 그러나 왜 콜로이드 용액이라고 판단한 근거가 제시되지 않았다.

학생 B는 계획된 실험으로 액체임을 판단하였다. 냉장고의 냉동실과 냉장실을 이용하여 케첩이나 마요네즈의 유동성을 살펴보았다. 이는 조건을 통제하여 실험을 함으로써 실험 결과에 대한 신뢰도를 높였다.

세 번째 과제는 그동안 수행해온 물질의 세 가지 상태를 마무리하는 것이다. 우리 주변에는 여러 가지 물질들이 있고, 그것들은 대개가 고체나 액체 그리고 기체의 세 가지 상태 중 어느 하나에 속한다. 우리가 매일 마시는 공기는 기체이고, 매일 마시는 물은 액체이며, 매일 사용하는 쇠 젓가락은 고체이다.

3번째 과제에서는 이러한 물질의 세 가지 상태를 동시에 관찰할 수 있는 문제를 제시하였다. 고체인 초와 불을 붙였을 때 녹은 초의 액체 상태를 관찰하는 것이다. 그리고 문제는 초의 기체가 타는 현상을 알아볼 수 있는 실험을 고안하는 것이다.

<표III-3> 과제 3에 대한 학생 A, B의 보고서

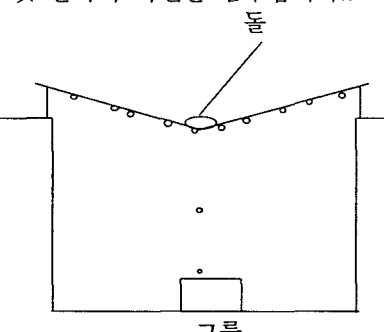
과제	학생 A의 보고서	학생 B의 보고서
<p>3차 과제 : 양초의 비밀</p>	<p>촛불과 기체?!</p> <p>기체로 타고 있다는 것을 어떻게 증명할 수 있을까? 라는 문제였는데여....</p> <p>저는 이런 실험을 고안했습니다.. 먼저 휘발유를 준비합니다.....</p> <p>휘발유를 통에 담아 둡니다... 성냥개비 같은 것에 불을 붙여서 휘발유의 위에 있는 공기 중에다가 갔다 대보면 불이 활활 타지만...</p> <p>다른 성냥개비에 불을 붙여서 휘발유 액체 속에다가 넣으면 불이 꺼집니다..</p> <p>휘발유를 통에 넣어두면 휘발유가 기화되기 때문에 휘발유 위의 공기 중에서 더욱 잘 탈 수 있는 것입니다..</p> <p>이런 실험의 결과로 불 때 불은 기체가 되어 타고 있다는 것을 알 수 있습니다..</p> <p>또 다른 것으로.....캠프파이어 같은 것을 할 때 보면 불에다가 석유를 뿌리는 것을 볼 수 있습니다....</p> <p>이 때, 석유를 뿌리면 불이 순간적으로 수그러들지만 곧, 더 활활 잘 타는 것을 볼 수 있습니다...</p> <p>이러한 경우도 석유가 액체니까 불이 순간적으로 수그러들지만, 곧이어 바로 석유가 기체가 되어 타게 되므로 더 잘 타게 되는 것입니다...</p>	<p>[촛불로 실험을...]</p> <p>1.실험목적 →촛불이 기체로 타고 있다는 것을 증명한다</p> <p>2.실험방법 ▷초에 불을 켜다 ▷켜진 초를 관찰한다 ▷촛불이 기체로 타고 있다는 것을 알 수 있는 방안을 찾는다</p> <p>3.실험결과 ▶먼저 실험 계획대로 초를 관찰했다. 시간이 흐르며 촛농이 생기고 심지를 따라가 불이 붙었다. 하지만 그런 것 만으론 촛불이 기체로 타고 있다는 것을 증명할 수가 없었다. 그러던 중 문득 촛불이 기체로 탄다면 촛불 위에 초를 탈 수 있게 하는 어떤 기체가 있을 지도 모른다는 생각이 들었다. 그래서 촛불 위에 성냥불을 올려보았다. 그러자 밑에 있던 촛불의 크기는 점점 작아지고 위에 있던 성냥불의 크기는 점점 커지는 것을 볼 수 있었다. 그리고 정확성을 위해 위에 있던 성냥불을 옆으로 두었더니 별로 차이가 나지 않았다. 위에 있던 촛불이 커진 이유는 밑에 있던 촛불에서 더 탈 수 있는 기체(가스라고 할까?)가 위로 올라가다가 위에 있던 성냥불과 만나서 촛불의 크기가 더 커진 것이라고 생각된다. 따라서 촛불이 기체로 타고 있다는 것을 알 수 있다.</p> <p>4.느낀점 ▷ 일상 생활의 모든 것에 과학의 원리가 숨겨져 있다는 것을 다시 한 번 깨닫게 되었다. 그리고 불과 불이 모여서 큰불이 되는 이유를 확실히 알 수 있었다. 그리고 앞으로 더욱 불조심해야겠다.</p>

학생 A는 초에서 문제를 해결하지 않고, 휘발유를 이용해서 해결책을 찾았다. 실제로 실험을 잘 해내었으리라 믿지만 아주 위험한 시도였다. “성냥개비에 불을 붙여서 휘발유의 위에 있는 공기 중에다가 갔다 대보면 불이 활활 타지만...다른 성냥개비에 불을 붙여서 휘발유 액체 속에다가 넣으면 불이 꺼집니다..” 이 실험의 결과로 불은 기체가 되어 타고 있다는 것을 알았다고 했다. 그러면, 나무가 탈 때는 어떻게 되는 것일까?

학생 B는 아주 적절한 실험을 실시하였다. 관찰도 신중하게 하였다. “시간이 흐르며 촛농이 생기고 심지를 따라가 불이 붙었다. 하지만 그런 것만으론 촛불이 기체로 타고 있다는 것을 증명할 수가 없었다. 그러던 중 문득 촛불이 기체로 탄다면 촛불 위에 초를 탈 수 있게 하는 어떤 기체가 있을 지도 모른다는 생각이 들었다. 그래서 촛불 위에 성냥불을 올려보았다. 그러자 밑에 있던 촛불의 크기는 점점 작아지고 위에 있던 성냥불의 크기는 점점 커지는 것을 볼 수 있었다. 그리고 정확성을 위해 위에 있던 성냥불을 옆으로 두었더니 별로 차이가 나지 않았다. 위에 있던 촛불이 커진 이유는 밑에 있던 촛불에서 더 탈 수 있는 기체(가스라고 할까?)가 위로 올라가다가 위에 있던 성냥불과 만나서 촛불의 크기가 더 커진 것이라고 생각된다. 따라서 촛불이 기체로 타고 있다는 것을 알 수 있다”.

여기서 요구되는 사항은 관찰한 결과를 좀더 상세히 기록하고, 그 기록을 통해서 다른 사람이 그 상황을 잘 이해할 수 있도록 하는 것이다.

<표III-4> 과제 4에 대한 학생 A, B의 보고서

과제	학생 A의 보고서	학생 B의 보고서
<p>4차 과제 : 사막에서 물을 얻는 방법</p>	<p>사막에서 물을 얻는 방법</p> <p>사막에서 물을 얻는 방법은요...기화와 액화의 예로 들었던 것과 비슷하게 하면 될 것 같아요.</p> <p>우선 땅을 팝니다..(물론 사막에다가) 그런 다음에 기둥을 세우고 그 위에 천 같은 것으로 덮은 뒤, 천과 기둥을 이어줍니다. 이 때, 기둥의 높이는 낮게 해야 합니다...</p> <p>그리고 천 가운데에 돌을 놓아 줍니다..(이것은 나중에 물방울이 맺힐 때 잘 모이게 하기 위해서 입니다.) 이렇게 한 후에 물통(그릇)을 돌이 있는 곳 아래에다가 놓아둡니다...(당연히 물을 받기 위해서..)</p> <p>설치한 뒤에 놓아두면 땅 속의 수분이 태양의 열을 받아 증발하여 땅을 파 놓은 곳에 수증기들이 모이게 됩니다.(낮에..또 사막에는 가끔 비가 오는데, 이 비를 토양이 흡수해 버리기 때문에 토양에는 수분이 있다.) 이 수증기들이 계속 열을 받다가 사막이 밤이 되면서 온도가 낮아지면 찬 공기와 만나서 물방울로 변합니다. 그러면 이 물방울들이 돌을 놓아둔 곳으로 모아지게 되고 결국 물방울에 떨어지면 물을 만드는데 성공!!을 한 것입니다.</p> <p>말로만 하면 금방 떠올리기 어려울 것 같아서 파일을 첨부합니다..</p> 	<p>『 사막에서 물을 얻으려면..』</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 실험목적 ▶사막에서 물을 얻을 수 있는 방법을 알아본다 2.결과를 알아낸 방법 ▷학교 가는 길에 우연히 차를 보게 되었다. 그런데 차 위 표면에 물방울이 맺힌 것을 보게 되었다. 차안은 바깥보다 기온이 높은 상태이고, 밖은 온도가 낮은 상태이다. 그래서 그 상태의 경계지점인 차 창문에 많은 물방울들이 맺히게 된 것이라 생각된다. 그리고는 사막에서도 그런 원리를 이용하여 얻는 것이 아닌가 하는 생각이 들게 되었다. 3.생각 후 결과 ⇒사막에서는 밤 기온이 매우 낮기 때문에 텐트를 쳐 놓고 모닥불을 피워 놓으면 텐트 표면에 물이 맺히게 될 것이다. 왜냐하면 텐트 밖 공기가 모닥불로 인해 열을 받아 기화하기 위해 주변, 공기 중의 물방울의 열을 빼앗아 기화 될 것은 기화가 되고 열을 빼앗긴 나머지 공기 중의 물방울이 액화되어 텐트의 표면에 맺어 진다고 생각했기 때문이다. 그러므로 텐트를 쳐 놓고 그 안 모닥불을 피워 놓고 텐트 밑에 물방울을 받을 수 있는 장치를 설치하면 물을 받을 수 있을 것이다. 4.느낀점 →이번 과제는 지난 3주 동안에 풀던 문제와는 다르지만 나중에 사막에 간다면(갈 일도 없겠지만...)한 번 써 보고 싶다.

사막에서 물을 얻을 수 있는 방법을 찾아내는 과제는 지금까지 공부해온 물질의 상태, 즉 기체, 액체, 고체를 이해하고, 이들 상태가 변화한다는 것을 학습하는 것이다.

학습방에서 배운 바와 같이 고체는 액체로 변하고, 액체는 기체로 변할 수 있다. 또한 그 반대도 마찬가지이다. 이러한 지식을 바탕으로 사막에서 물을 얻을 수 있는 방법을 액화와 기화 현상을 응용해서 알아내는 것이다.

학생 A는 수증기가 만들어지는 과정과 그 수증기가 물방울로 변하는 과정을 설명하였다. 그러나 여기서 수증기가 물방울로 변하는 것을 찬 공기와 만나서 된다고 하였다. 실제로 실험을 수행하고 결과를 제시하기보다는 자신의 설명을 그림으로 도식화하였다. 또한 결과와 관련되어 물질의 상태 변화 과정에 대한 언급이 없다. 따라서 도식화된 방법에 대해 검증을 하지 않았으며, 제시된 과제에 대해서 탐구적으로 활동하지 않았다.

학생 B는 자동차의 안과 밖에서 온도차로 인한 차이점을 관찰하고 이를 응용하였다. 사막에서는 밤과 낮의 기온 차가 크기 때문에 텐트를 이용해서 물을 모을 수 있다고 설명하였다. 이 과정에서 학생 B는 일상 생활 속에서 관찰되는 현상들을 유심히 살펴보고 이를 과제 해결에 응용하는 탐구적 태도를 나타내었다.

다섯 번째 과제는 물질의 상태 변화와 부피 등의 물리적 성질을 연관시켜 탐구하는 문제이다. 학생들은 물과 얼음을 컵의 높이까지 채워진 초기 상황을 인지하여야 한다. 이 상황에서 얼음이 녹게되어도 물은 컵 밖으로 넘치지 않게 된다. 오히려 얼음은 녹아서 부피가 줄어들게 되므로 수면이 내려갈 수도 있는 것이다.

<표III-5> 과제 5에 대한 학생 A, B의 보고서

과제	학생 A의 보고서	학생 B의 보고서
5차 과제 : 넘칠까 넘치지 않을까?	<p>넘칠까? 안 넘칠까? 그것이 문제로다..</p> <p>1.실험을 해 본 결과 컵의 물을 넘치지 않습니다.</p> <p>2.물과 얼음의 밀도를 비교해 볼 때, 물이 1이라고 보면 얼음은 0.9...정도이므로 얼음이 더 작습니다.</p> <p>3.그리고 부력의 힘에 의해 얼음의 1/11정도가 물 위로 나오게 됩니다. (나머진 가라앉는다.)</p> <p>그러므로 물 위에 나와있던 얼음의 부피만큼 얼음이 물로 변하면서 부피가 줄어들므로 넘치지 않게 되는 것입니다.</p> <p>제성합니다..많은 내용을 써야 하는데 어떡해 써야 할지 막막하네요...그냥 아주 아주 간단히 적었기는 한데...</p>	<p>1.실험목적</p> <p>물이 가득 찬 컵에 들어 있는 얼음이 녹으면 물이 넘칠지 아닐지 알아본다</p> <p>2.실험방법</p> <p>1:물을 가득 떠 놓는다. 2:얼음을 띄운다. 3:결과를 관찰한다.</p> <p>3.결과예상</p> <p>▷얼음이 녹아 물이 되므로 넘칠 것이다.</p> <p>4.실험결과</p> <p>▶예상과 달리 물은 넘치지 않았다. 마치 마법만 같이... 얼음은 물보다 가볍기 때문에 물위에 뜨게 되는 것이다. 그래서 얼음이 녹으면 물이 담긴 중 미세한 공간으로 들어가 넘치지 않게 된다고 생각한다.</p> <p>5.느낀점</p> <p>물이 넘치지 않는 것이 너무 신기했고 과학의 원리는 계속 된다는 걸..확실히 알게 되었다.</p>

학생 A는 실험 방법 등의 내용이 기술되지 않고 실험을 한 결과에 대해서 자신의 생각을 논의하였다. 결과에 대한 학생 A의 진술은 실험의 현상에 대해 단계적으로 과학적 이론들을 잘 정리하였다. 그러나 여전히 자신이 제출한 보고서에 대해 확신을 가지지 못하고 있다.

학생 B는 실험 상황을 설정하였는데, 우선 물을 컵에 가득 채운 다음에 얼음을 띄워 놓고, 얼음이 녹는 현상을 관찰하도록 설계하였다. 이 과제의 초기 상황을 잘 파악하지 못하였다는 것을 보여준다. 한편 이 과제에서는 실험의 결과를 예상하고, 이를 결과와 비교하는 탐구 활동을 나타내었다. 결과 해석을 보면, 얼음과 물의 물리적

성질 즉, 밀도 개념을 도입하여 현상을 설명하였으나, 얼음이 녹은 다음의 현상을 물질들이 쉬었을 때 일어나는 현상으로 귀착시켰다. 또한 과학의 현상을 신기하게 보는 태도를 보였다.

<표III-6> 과제 6에 대한 학생 A, B의 보고서

과제	학생 A의 보고서	학생 B의 보고서
<p>6차 과제 : 온도계가 없 이 끓는점 을 측정하 다고!!!</p>	<p>끓는점..... 먼저 죄송하다는 말씀 을.... 어제 들어올려고 했는데 잘 안 들어와 지더군요.. 그래서 오늘 이렇게 올 립니다. 끓는점을 확실히 아는 방법은 아직... 그렇지만 끓는 때의 현 상으로 끓는지 안 끓는 지에 대해서 조금 우선 물이 끓을 때는.. 물은 100도가 가까이 되 면 분자 운동에 의해 밀 글 올라오게 됩니다. 그 다음, 기름과 같은 경 우에는 소금으로 끓는지 안 끓는지를 알 수 있습 니다. 기름에 소금을 뿌렸을 때, 소리를 내며 작은 기 포들이 생기면 끓는 것 입니다.</p>	<p>『온도계가 없이 끓는 점을??』</p> <p>1. 실험목적 온도계가 없이 끓는점을 알아낸다</p> <p>2. 실험방법 ▶ 주전자에 물을 끓인다 ▶ 주전자 주둥이 만한 관을 끝에 연결한다 ▶ 그 관을 또 다른 관에 연결하여 수증기가 관을 통 과하게 한다 ▶ 그 관에 있는 수증기가 관을 따라 비커로 떨어지게 한다</p> <p>3. 실험결과 물을 끓이던 중 기포가 생기며 수증기가 발생하자 그 수증기가 관을 따라서 올라가다가 액화 되어서 물방울로 바뀌어 비커로 떨어졌다. 나는 이 실험을 통해 (재료를 준비하느라 좀 복잡했지만...) 온도계 없이 물이 끓고 있다는 것을 알 수 있었다.</p> <p>4. 느낀점 이번 과제는 너무나도 복잡했지만 그러도 과학의 원 리를 이용하여 해결할 수 있었기 때문에 재미??있었 다.</p>

여섯 번째 과제는 온도계가 없을 때 끓는점을 측정하는 방법을 고안하는 것으로 근거없이 논의하기 쉬운 것이다. 그러나 물질의 상태 변화에서 끓는점이 액체가 기체로 될 때 측정될 수 있는 것이라는 사실을 상기한다면 과학적 근거로 방법을 고안해 낼 수 있다.

학생 A와 B는 “물이 끓을 때는 ...기포가 뽀글뽀글 올라오게...”, “...물을 끓이던 중 기포가 생기며 수증기가 발생하자...”와 같이 모두 물의 끓는 현상이라는 것이 수증기가 생성된다는 점에 착안하여 끓는점을 측정할 수 있는 방법을 생각하였다. 그러나 여전히 학생 A는 실험 방법이 구체적이지 못하면 체계적이 않았다. 또한 기름의 끓는점을 측정하는 방법에 대해 현상에만 근거를 해서 결론 내렸다. 학생 B는 실험 방

법을 구체적으로 제시하고, 그에 따라 실험을 한 결과를 제시함으로써 과제 해결의 근거를 부각시켰다.

IV. 논의 및 결론

학생들의 6개의 보고서(학생 A의 경우는 5개)를 종합해 보면 다음과 같다.

학생 A의 보고서는 모두가 항목이나 단락 등의 구분이나 제시가 없었으며, 구조화되어 있지 않았다. 또한 작성 형식은 채팅하듯이 대화체로 표현되어 있으며, 문장을 끝맺지 못하였고 맞춤법도 틀린 것이 많았다. 따라서 과제의 해결을 위해 실험을 수행하였는지가 불분명하다. 이것은 실험이나 과정에 대한 언급이 없으며 실제로 수행한 내용이 나타나 있지 않았기 때문에 유추되는 점이다. 그리고 보고서의 내용이 탐구 문제에 집중해서 사고하거나 논의를 진행하지 않았으며, 문제에 직접적으로 관련되지 않는 주변 사실들을 언급하여 일관성을 떨어져, 보고서의 내용에 일관성이나 집중도가 취약하다고 판단할 수 있다.

학생 B의 보고서는 시종일관 실험의 목적, 방법, 결과 등을 구분하여 체계적인 진술을 하였다. 그리고 비누방울의 상태를 알아보기 위하여 실제로 비누방울을 만들어 보고 그것을 관찰한 내용으로부터 탐구 문제를 해결하기 위해 직접 실험을 수행하였다고 판단된다. 한편, 실험을 수행하였음에도 불구하고, 실험을 수행한 것에 대한 관찰 결과나 객관적 해석보다는 자신의 생각이나 의견을 진술하는 경우가 있다. 그러나 수행한 실험의 내용을 응용하여 새로운 의문점을 제시하였고, 과학실험에 대해 긍정적인 태도를 보였다. 특히 일상에서 쉽게 접하는 소재로 실험을 한 것에 대해 흥미를 나타내었다.

결론적으로 학생 A는 사고 실험을 위주로 수행하였으며, 학생 B는 직접 실험을 수행하였다고 판단 내릴 수 있으며, 이러한 태도는 6개의 과제를 수행한 6주간의 기간 동안 커다란 변화가 없이 일관된 것이었다. 이러한 점은 교사나 전문가가 학생을 직접 감독하지 못하는 데서 기인할 수 있는 것이다. 또한 과제에 대한 이해 정도도 1차 과제로부터 6차 과제까지 큰 차이 없이 학생들의 고유한 특성을 나타내고 있다. 한편 학생 B의 경우는 원격교육을 하는 동안 주변 환경 속에서 관찰될 수 있는 과학적 사실들에 주의하고 있는 탐구적 태도가 나타났다.

탐구적 사고력을 향상시킬 수 있는 자료를 개발하여 원격교육을 실시한 결과 보고서의 분석으로부터 본 연구에서 수행한 원격교육을 통한 수업은 학생들에게 개별적 교육이 이루어질 수 있음을 보여주었으나, 학생들의 특성을 변화시키기에는 시간적으로 그리고 직접적인 감독이 없었기 때문에 큰 효과를 보기 어려웠다.

한편, 학생들은 보고서 작성을 위해 다양한 실험 방법들을 고안하는 과정에서 관찰 태도나 과학적 사고력을 신장시키는 계기를 가졌다. 이 같은 결과는 원격교육의 수업 모형이 학생들간의 상호 작용과 그것을 종합화 할 수 있는 보고서 및 평가 등의 구성 요소들로 이루어졌기 때문에 가능할 수 있었다.

그러나 원격교육에서는 교사들이 학생들을 직접 관리 또는 감독하지 못하기 때문에 학생들의 특성을 바람직한 방향으로 유도하기가 곤란한 점도 없지 않아 있다는 것을 인정하여야 한다. 예를 들어, 보고서 작성의 형식에 대해 개별적인 평가를 해주어도 학생들은 자신들이 가지고 있는 생각의 틀을 고수하는 점을 볼 수 있다.

따라서 학생들을 관리할 수 있는 데이터베이스를 조직하여 원격교육을 하고, 적절한 수업모형을 적용하여, 탐구 사고력을 지도할 수 있는 과제를 제공한다면 기존의 교육 현장에서 겪는 어려움 등을 충분히 극복해 낼 수 있다고 판단된다. 즉, 기존의 교육 현장에서는 시간의 부족, 다인수 학급, 준비 및 자료의 부족 등으로 교사들이 학생의 탐구 사고력 향상을 위한 과학 교육을 수행하기가 어려운 실정이다. 그러나 인터넷을 통한 원격 교육이 체계적으로 이루어지면 이러한 시간의 제약을 벗어나 학생들이 자유로운 탐구를 수행할 수 있기 때문에 시간이나 자료의 준비 부족 등의 문제를 극복할 수 있다. 또한 다수의 학생들이 각자 교사와 일대일로 접속이 가능하고, 수준별로 분화된 하이퍼텍스트 기반의 상호작용이 가능하므로 다인수 학습에서 나타날 수 있는 수준별 분화의 문제, 교사와 학생의 상호 작용 기회 제약의 문제 등이 해소될 수 있다고 판단된다.

V. 참고 문헌

- 교육부(1992). 고등학교 교육과정. 교육부 고시 제 1992-19호.
- 박종석, 오원근, 박종욱, 정병훈(2003). 초등학교 과학과에서 탐구사고력 지도를 위한 원격교육 모형 개발. *초등과학교육*, 22(2), 131-137.
- 조희형, 박승재(1995). *과학학습지도: 계획과 방법*. 서울: 교육과학사.
- Collis, B.(1988). *Computer, curriculum, and whole-class instruction: Issues and idea*. Wadsworth Press.
- Kozma, R.B.(1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, 61(2).
- Peha, J.M.(1995). How K-12 teachers are using computer networks. *Journal of association for supervision and curriculum development*, 53(2).
- Schwab, J.J.(1966). The teaching of science as inquiry. In J.J. Schwab & P.F. Brandwein(eds.), *The teaching of science*. Harvard University Press.
- Waddick, J.(1994). Case study: The use of a Hypercard™ simulation to aid in the teaching of laboratory apparatus operation. *Educational and Training Technology International*, 31(4).

Abstract

Application and development of the web-based distant learning materials for elementary gifted students in science : Part 2

Jong-Seok Park

Won-Kun Oh

Jong-Wook Park

Byung-Hoon Chung

In this study, learning materials that can be applied for web-based distant learning model were developed based on the characteristics of elementary school science in which investigation skills and thinking ability are considered to be important. And the effect of students' activity in a reports on student's investigating and thinking ability was investigated. While designing diverse experimental procedures, the students had an opportunity to improve their observation attitude and way of scientific thinking. Such improvement was possible, only because the present web-based distant learning model consists of requiring an interaction between the students and a report and evaluation system which can put together such effort. Still, it was acknowledged that, as being in lack of teacher's direct support and supervision, the present web-based distant learning model might be somewhat ineffective in guiding the students in accordance with their own characteristics. For example, the students had a tendency to maintain their basic idea and style even when their reports are individually examined and corrected in terms of the format of the report.

Key words : web-based distant learning, web-based distant learning materials, students' activity in a report

1차 심사 : 2003. 5. 20.

발 표 : 2003. 5. 31.

2차 심사 : 2003. 6. 08.