

구성주의 과학교사를 만들기 위한 장기적인 현직 교육의 한 예

조정일 · 윤수미*

(전남대학교 생물교육과) · (여수 문수중학교)*

One Year Long In-Service Education to Help Become a Constructivist Science Teacher

Cho, Jung-II · Yoon, Su-Mi*

(Faculty of Science Education, Chonnam National University) ·

(Moon Soo Middle School, Yeosu, Chollanamdo)*

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate a process of change which was made by a science teacher for one-year long in-service education program in terms of constructivist teaching behaviors and beliefs. The in-service program was featured by the use of learning cycle model and Science-Technology-Society approach. One of science teachers, who attended an one-year long in-service program was selected for this study. She developed three teaching materials for the duration. The three teaching materials were analyzed to find components of Science-Technology-Society and the integration of science content and real life context. Also, an interview was performed to assess changes in her perspectives on science, science teaching and science learning through the program. The first material was constructed in the form of learning cycle with little emphasis on STS. The second material was embedded with personal matters such as a refrigerator. The final one was shown to be organized with science content in a personal context and with focus on the role play. The interview also showed that her perspectives on science and science teaching have changed toward the constructivist's during the participation in the in-service program. It is suggested that a long-term in-service program should be developed and implemented so that the science teachers may become constructivist teachers.

Key words: learning cycle, science-technology-society, constructivist strategy, teaching materials

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

현대 학습 심리학에서 학습은 학생들의 인지 구조의 변화로 보며, 이러한 변화는 학생들이 새로운 학습 과제를 대했을 때 이전의 경험, 지식, 감정을 이입하여 그 과제를 자기의 인지 구조에 연결시킴으로써 일어난다고 한다. 과학교육에서 이러한 학습을 촉진하는 수업 모형의 하나로 순환학습이 제시되었다 (Brooks & Brooks, 1993). 순환학습에서 학생들은 교사가 선택한 자료와 상호 작용할 자유로운 기회가 주어지고, 질문과 가설을 만들고 활동에 참여한다. 용어 도입 혹은 개념 소개라 불리는 다음 단계에서 학생들의 질문과 가설 그리고 수집한 자료를 기초로 새로운 어휘가 소개되고 탐색 단계에서 가진 경험을 자신의 인지구조에 구성하도록 한다. 세 번째 단계는 개념 적용 단계이다. 이 단계에서는 탐색과 용어도입 과정을 다시 반복하며 학습한 개념을 새로운 상황에서 이해하는 능력을 기른다.

순환 학습은 개념을 학습시키는데 초점을 두고 있으면서 학생들의 참여와 활동을 강조한다는 점에서 개념 중심의 우리 나라 과학 교육 과정에 적절한 수업 모형이라고 할 수 있다. 제7차 교육 과정이 교과서 보다는 교육 과정 중심의 학교 교육을 지향하고 있고, 이것은 교사들에 의한 교과서 내용의 재구성을 요구한다 (교육부, 1999). 이런 요구는 교사들이 단원 혹은 차시별 수업 지도안을 순환학습모형에 따라 재구성할 환경이 조성됨을 시사한다.

그 동안 국내외적으로 이 수업 모형의 활용과 효과에 대한 연구가 수행되어 왔다 (김영민과 권성기, 1991; 위성백, 1997; 정완호 등, 1997; 조성아, 1998; 조정일과 이현욱, 1994; 홍순경과 최병순, 1991; 홍준의, 1999; Lawson *et al.*, 1989). 미국에서 개발된 고등학생용 지구과학 교재인 EarthComm은 과학-기술-사회 접근을 시도하면서 순환학습 수업모형을 채택한 모듈이다. 각 모듈의 단계로는 목표(goals), 생각해보기(think about it), 연구하기(investigate), 뒤돌아보기(reflecting on the activity and the

challenge), 개념 더 알기(digging deeper), 배운 것 적용하기(understanding and applying what you have learned), 더 탐구하기(inquiry further), 심화 학습(preparing further chapter challenge)이 있다. 이 단계들은 순환학습을 골격으로 하여 살을 붙인 형태이다. 또한 구성주의 교수 전략이자 과학-기술-사회 접근을 성취하기 위한 활동 단계들로 제시된 5E(참여 engagement, 탐색 exploration, 설명 explanation, 정교화 elaboration, 평가 evaluation)도 수업의 단계면에서 순환학습의 단계와 일치한다 (Yager, 1996). 과학-기술-사회 접근법은 구성주의 학습과 여러 면에서 일치된다 (Lutz, 1996). 순환학습은 구성주의 학습관을 잘 반영하고 있다. 그래서 순환학습은 과학-기술-사회 접근을 시도할 때 활용할 수 있는 효과적인 수업 모형이다. 이 논문에서 과학-기술-사회는 일상적인 삶의 소재를 학습에 이용한다는 점을 강조하여 사용된 용어이고, 순환학습은 수업 지도안을 구성하는 수업모형의 의미로 사용되었다.

순환 학습의 효과에 대한 연구가 국내에서 여러 연구자들에 의해 수행되어 왔다. 이러한 연구 결과 순환 학습은 초·중등 과학 교육에서 과학 개념의 이해, 학습의 전이, 태도, 구체적 조작기 학생들의 인지 발달 등에서 대체로 효과적이라고 제시되었다. 학교 현장에서 순환 학습은 과학 실험과 탐구 과정의 강조, 학생 상호작용 증가, 학생 중심의 수업 진행을 가져온다는 반응이 교사와 학생들로부터 제시되었다 (김은옥과 조정일, 1999). 반면, 순환 학습 수업 지도안을 활용하여 수업하는 교사가 순환 학습에 대한 지속적이고 되먹임이 있는 교육을 받은 예는 드물다. 그 이유는 그와 같은 시도가 지속되기 위해서는 계속적인 지원과 격려가 요구되기 때문이다. 또한 그 접근의 정당성에 대해 교사가 확신할 수 있어야 한다. 교사들이 개념 중심의 순환학습을 수행할 때 교사들은 학생들이 할 수 있는 활동의 부재, 시간 확보의 필요성, 진도에 대한 강박 관념, 학생들의 참여 부족, 교사의 발문법 변화에 대한 저항, 각종 업무 등을 애로 사항으로 지적하였다 (정진수, 1994; 김은옥과 조정일, 1999).

한편, 제7차 교육과정에서 과감한 활동 중심의 교과

서 편찬은 순환학습의 채택을 용이하게 해준다. 기존의 수업방식과 과학관에서의 탈피가 요구된다. 외국의 경우에서 순환 학습은 체계적인 현직 교육 프로그램을 통해 가르쳐질 필요가 있음이 지적되었다 (Barman & Shedd, 1992; Marek & Methven, 1991). 또한 구성주의 관점에서 순환 학습을 접근하려는 시도가 매우 요구되어 왔다(Brooks & Brooks, 1993; Glasson & Lalik, 1993).

이 논문에서는 일상적 생활소재를 활용하여 공통과학을 지도하기 위한 순환학습 수업지도안을 개발하는 과정을 통해 교사의 구성주의 교수 신념의 변화를 연구하였다. 순환학습을 바르게 이해하고, 실생활적 맥락에서 순환학습 수업지도안 개발에 지속적으로 참여하게 될 때 교사가 구성주의적 관점에서 바람직한 방향으로 변화할 것으로 기대하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 현직 교육 과정

순환 학습 수업 지도안 개발은 2000년 여름, 가을, 겨울에 걸친 현직 교육을 통해 수행되었다. 이 현직 교육에는 일반 직무연수로서 광주·전남 지역교사 14명이 참여하였다. 연수 일정은 2000년 여름 총 4일 동안 집중적으로 순환 학습과 STS 접근 이해와 수업지도안 개발 활동을 하였고, 가을에 3번 주말을 이용하여 추가 강의와 학교에서의 수업지도안 개발 진행 상황의 보고가 있었다. 이어 겨울 방학 중 3일 동안 STS 접근을 강조한 순환학습 수업 지도안 발표 및 토의 시간을 가졌다

그 후 2001년 1학기에는 순환 학습/STS 수업지도안 개발과 개선, 확장 그리고 실제 수업 현장에의 적용과 평가를 실시하였다. 현직 교육 내용은 현장에서 직접 필요로 하는 내용으로 과학-기술-사회 접근을 통한 과학과 지도법, 오개념 연구와 구성주의에 기초한 과학 학습 원리 및 수업기법 그리고 순환 학습 수업 지도안 개발로 구성되었다. 총 60시간으로 구성되었고, 그 연수의 특징은 다른 논문에 소개되었다 (조정일과 박현, 1999).

2. 지도안 개발과정

2000년도 여름 방학과 가을 학기 동안 연수에 참여했던 14명의 교사들이 모둠 별로 수업지도안 개발에 참여하였다. 6개 모둠으로 나누어서 3~4차시의 지도안을 개발하였다. 중학교와 고등학교 교사로 나누어 각 수준에 적절한 주제물 6차 교육 과정의 과학과 내용을 참고하여 선택하였고, 이를 기초로 지도안을 개발하였다. 선택한 개념을 실생활적 사례를 반영한 활동으로 담아 내고자 하였다. 교육 과정이나 교과서가 개념 중심으로 서술되어 있기 때문에 순환 학습 수업 모형을 사용하였으며, 학생들이 활동에 적극 참여할 수 있도록 학생들과 친숙한 다양한 학생 활동을 포함시키고자 했다. 교사들은 개념을 포함한 활동을 다른 교재에서 찾거나 스스로 만들고자 노력하였다.

이 연구에서는 그 중 한 교사의 수업지도안 개발 과정에 초점을 맞추었다. 한 교사를 대상으로 심층적인 연구를 수행하는 질적 연구 기법은 최근의 과학교육계에 두드러진다(Adams & Krockover, 1999). 이 현직 교육에 참여한 일부 교사들은 수업지도안을 개발하고 한번 자신의 학급에서 활용해 보는 것에 그쳤지만, 이 연구에서 보고된 교사는 3번의 수업 지도안 개발과 학급에서의 적용을 마친 소수의 교사 중의 한 명이었다. 또한 이 교사는 실업계 고등학교에 근무하고 있어서 진도에 구애받지 않고 좀 더 여유를 가지고 개발한 수업지도안을 적용할 수 있었던 것 같다.

현직 교육 과정에서 교사들은 개발한 지도안에 따라 수업할 때 녹화하여 자신의 수업을 보도록 하였는데, 비디오 분석 결과 이 교사는 처음에는 전달식, 교사 위주의 수업의 전형을 보여 주었다. 또한 학생의 소재를 활용하기보다는 학문적 배경에서 지식을 전달 하는데 초점을 두었다. 따라서, 초기에는 순환학습, STS 접근에 대해 생소해 하며 잘 받아들이지 못했다. 이 교사는 지방의 국립 사범대학에서 화학을 전공하였다. 교사 경력은 3년이며, 결혼한 여교사였다. 소도시의 읍에 위치한 실업계 고등학교에서 공통 과학을 가르치고 있었다. 교사의 말로는 그 학교 학생들의 평균 수준은 일반 고등학교의 80~90% 수준에 있다고 하였다. 이 교사의 수업지도안 개발과정을 시

기별로 기술하고 현직 교육이 끝난 2001년 1학기 후 반부에 교사의 과학관, 과학 교수관, 과학 학습관에서의 변화를 면담을 통해 확인하였다. 면담에서 사용된 시작 질문은 5개이다. 이 질문들은 연수에 참여한 다른 교사들에게도 주어졌으나 이 연구에서는 오직 한 교사와의 면담 내용을 인용하였다.

첫째, 당신은 연수를 받기 이전에 과학에 대한 견해와 연수를 받은 이후 과학에 대한 견해의 차이가 있는가? 있다면 어떤 점이 있는가?

둘째, 당신은 연수를 받기 이전에 과학 수업에 대한 견해와 연수를 받은 이후 과학 수업에 대한 견해의 차이가 있는가? 있다면 어떤 점이 있는가?

셋째, 당신이 한 수업 (또는 수업 지도안 개발)이 그러한 변화를 어떻게 반영하고 있는지 예를 들어 이야기해 보시오.

넷째, 당신의 수업은 학생의 학습 방법에 대한 당신의 관점을 어떻게 표현하였는가?

다섯째, 순환학습에 따른 수업 지도안을 가르치는데 당신이 직면한 어려운 문제는 무엇이라고 생각하는가?

Ⅲ. 연구 결과 분석

1. 2000년 여름에 개발된 수업 지도안

이 교사는 처음에는 공통 과학의 '반응 속도와 온도'에 대해 2차시 분량의 학습 지도안을 개발하였다. 제목은 '김치를 오래 보관하려면 어떻게 해야 하나?'라고 정하였다. 내용과 연관이 되면서 학생에게 보다 친숙하도록 하기 위한 것이었다. 학습 목표는 〈부록 1〉에 제시된 바와 같이 반응 속도와 온도의 관계 기술하기, 반응 속도와 온도의 관계를 충돌 이론으로 설명하기, 그래프 그리기의 3가지로 요약된다. 학습동기 유발을 위해 실생활적 소재를 활용하고자 김치가 시어지는 것, 음식 보관법 등 날씨가 더운 여름철에 김치에서 일어나는 반응을 사용하였다. 수업의 전개는 학생 활동으로 구성되었다. 1차시는 실험으로 온도에 따른 과산화수소 분해 반응 속도의 변화를 알아보는 실험이다. 이 실험은 순환 학습 수업 모형에 따

라 탐색 단계에서 '고무 풍선을 따뜻한 물 속에 넣으면 어떻게 되는가?'라는 질문을 통해 학생들에게 분자 운동을 상기시키고자 하였다. 그리고 반응 속도와 운동 속도의 차이점, 반응 속도와 온도의 관계를 설명해 보라는 질문도 포함하였다. 탐색단계의 실험 활동에서 가설 설정과 실험 설계를 직접 해보도록 요구하였고, 용어도입단계에서 실험 후 결과를 모둠별로 발표하고 토의 시간을 가져서 합성 세제를 넣어주는 이유와 관찰해야할 것 등을 토의하게 했다. 이 내용은 실험 전에 토의되면 더 효과적으로 보이는 부분이었다. 참고로 Lawson(1989)의 단계에 따르면 수집 자료의 처리는 용어도입단계로 포함시켰다. 이는 용어도입과 탐색 단계를 연결 시켜서 활동에 기초한 용어 도입이 이루어지도록 하기 위함이다. 반면 많은 국내 자료는 수집 자료의 처리를 탐색단계에 포함시키며 용어도입 단계를 탐색 단계에서 이루어진 학생 활동과 완전히 구분시킨다(권재술 등, 1998; 정완호 등, 1997).

그 발표와 토의에 이어 충돌 이론과 활성화에너지 개념에 대한 설명이 뒤따른다. 개념 적용 단계에서는 소금물의 증발을 통해 온도가 증발 현상에 주는 영향에 대해 보다 친숙할 수 있도록 하고, 탐색 단계의 실험 자료를 활용하여 그래프를 그리도록 하였다. 처음의 적용 활동은 너무 단순하고, 두 번째 활동은 탐색 단계에서 이루어질 수도 있었을 것이다.

2000년 여름에 개발한 수업 지도안은 동기 부여에서 학생들에게 친숙한 현상, '김치가 시어지는 현상'을 다루었다는 점과 수업 전개에서 실험 활동을 계획했던 점 그리고 순환 학습 모형에 따라 실험 전에 탐색 활동을 하고 실험 후 개념 도입 단계에서 실험 결과에 대해 토의해 보게 했다는 점이 본 현직 교육에서 강조하고자 했던 점과 일치한다. 한편 가르치고자 하는 내용이 반응 속도 이론으로써 충돌 이론과 활성화에너지에 초점이 맞추어져 있고, 탐색 단계에서 수행한 활동인 과산화수소의 반응 실험과 관련 개념들을 관련 짓기가 실업계 고등학생들에게 어렵고 실험실 활동이 주된 활동인 점은 아직 과학-기술-사회 요소를 많이 반영하지 못하고 있음을 보여 주었다. 또 한 동기 부여, 실험 전 질문, 실험, 실험 후 토의, 설명

그리고 적용 활동들이 2차시 동안에 끝나치기에는 양이 너무 많았다. 이러한 실험 중심의 수업지도안은 교사가 갖고 있는 과학 및 과학 수업에 대한 관점에서 비롯됨을 면담을 통해 시사 받을 수 있었다.

2. 2000년 가을에 개발된 수업 지도안

이 교사는 가을 학기 중 김치가 시어지는 현상과 냉장고에 보관할 필요성 등이 연상되어 '냉장고'를 주제로 학습 지도안을 다시 개발하였다. 주제는 '오존층 파괴를 막기 위한 오색-저공해 냉장고'로 정하였다. 학습성취도가 낮은 실업계 고등학교에 근무하는 점 또한 실생활적 요소를 반영하도록 자극하였다. 2000년 여름의 수업 지도안과는 내용과 접근 방향이 달라졌다. 학습 목표로는 오존층 파괴 물질의 종류와 생활에 쓰이는 용도에 대해 알기, 오존층의 역할 이해하기, 프레온 가스가 오존층을 파괴한다는 사실 인식 그리고 프레온 가스 대체 물질과 오존층 보호 방법 조사하기로 구성되었다. 수업 지도안을 개발한 교사가 실업계 고등학교에 근무하기 때문에 실제 생활과 관련된 소재를 활용한 이번 접근이 긍정적으로 생각되었다. 어떤 면에서 이 지도안의 내용은 '에너지', 환경의 '오존층', 그리고 '물질'의 통합적 성격을 갖고 있었다.

동기 유발 단계에서 간단하게 냉장고와 관련하여 질문한다. 냉장고가 시원한 이유는 무엇 때문인가?, 과거에 냉장고의 냉매로 사용된 물질은 무엇인가? 현재의 냉매는? 등을 물었다. 이 질문들은 동기 부여를 위한 적합한 질문으로 보이지 않는다. 교사는 이전 시간에 학생들에게 과제를 내주어 프레온 가스와 오존층의 역할에 대해 조사해 오도록 하여 이런 질문을 하였지만, 처음부터 너무 지식과 이해 중심의 질문을 시도한 셈이다. 수업 전개에서는 탐색 단계에서 학생들이 준비해온 프레온 가스의 종류와 내용 그리고 용도, 오존층의 역할과 오존층 파괴의 피해에 대한 조별 활동과 발표의 시간을 갖도록 한다. 용어 도입 단계에서는 교사가 내용을 정리하고 새로운 대체 물질의 필요성을 제기한다. 개념 적용 단계에서는 보충 자료를 읽고, 오존층 파괴를 막기 위한 각자의 노력

과 국제적 노력을 인식해 보게 하였다.

총 2차시 수업 지도안으로 일단 교사가 교과서를 탈피해 보고자 했던 점이 확인되었다. 많은 교사들이 STS접근을 시도하지 못하는 가장 큰 방해물은 가르쳐야 할 분명한 내용인 교과서가 있다는 점이다. 교사들은 교과서의 내용을 벗어나고자 하지 않으며 내용의 순서까지도 그대로 따르고자 한다. 그러나 그것은 고등학교 교육 과정의 '지도 방법'에 제시된 진술과 맞지 않는다. '공통 과학'의 '지도 방법'에는 '다. 수업 시에는 주로 생활 주변의 소재를 활용함으로써 과학과 생활과의 관계를 인식하게 하고, 과학 시간에 학습한 것을 일상 생활에 활용할 수 있도록 한다'(교육부, 1997, p. 185)라고 기술하고 있다.

공통 과학의 내용은 '기존의 개념 체계보다 소재 중심으로 구성하며, 실생활 문제와 기술적 응용 문제를 도입하여 기본적인 과학의 지식과 탐구 과정을 이해하도록 한다'(교육부, 1997, p. 180)고 기술하고 있다. 즉, 개념 체계보다는 소재 중심으로 교사의 재량에 따라 내용을 변화시키고 순서를 바꿀 수 있는 여지를 많이 두고 있다.

본 현직 교육 과정을 통해 이 교사는 그런 점을 인식하기 시작했으며 교과서에서 직접 다룬 내용이 아닐지라도 수업 지도안의 내용으로 포함시키는 시도를 시작했다. 그 교사와의 면담에서 그런 측면의 변화를 확인할 수 있었다. 과학과 과학 수업에 대한 현직 교육 이전과 이후의 관점의 변화에 대해 그 교사는 다음과 같이 진술하였다.

(첫번째 면담 질문에 대한 교사의 대답)

음... 연수받기 전에는 과학이라고 하면 실험실적인 과학을 생각했고, 또 실험실에서 객관적으로 증명될 수 있는 사실들을 과학이라고 생각했다. 또 어떤 실험실에서만 국한되고, 이론적인, 굉장히 어려운 것이라고 생각을 했고 과학자들이 가지는 어떤..., 우리 인간과는 상관없이 과학자들이 가지는 전유물이라고 생각했다. 연수를 받고 나서는 그러한 개념들이 확장되어 가지고 그 실험실에서는 비록 증명될 수 있지만 그 증명된 개념들이 사회와 관련시켜 가지고, 우리 과학자들의 전

유물이 아닌 사회 구성원들에게 공유될 수 있는, 우리 학생들도 과학자가 될 수 있고, 교사도 과학자다 될 수도 있고, 이런 개념으로 바뀌었어요.

(두번째 면담 질문에 대한 교사의 대답)

그냥 저는 연수받기 전에는 과학 수업하면 실험을 위주로 하는 수업 그 다음에 실험을 통해서 어떤 이론을 이끌어내서 아이들한테 스스로 찾아하는 것보다는 교과서에 주어진 실험을 통해서 가르치는 거라 생각했다. 연수가 끝나고 보니까 그런 것보다는 교과서에 나오는 실험이 아니라 일상적인 생활에서 실험을 테마를 찾아서, 교과서에 나오지 않은 것으로도 수업이 가능하다고 느꼈고 제가 많이 수업에 차이가 느껴졌던 것은 무엇인가 하면, 수업을 한 다음에 질문을 던졌을 때 질문에 대해서 답이 안 나오면 제가 답답해서 제가 스스로 답을 말하고 그랬는데 연수를 받고 나서는 인내심이 많이 증가해서 그런지 학생들한테 답이 안 나오면 답을 유도하려는 노력이 좀더 많아지지 않았나 생각이 들어요.

대체로 순환 학습의 탐색 단계는 실험 활동으로 짜여지는데, 본 수업 지도안에서는 학생 발표로 짜여져 있다. 원래 순환 학습은 개념 학습을 위한 수업 모형으로 탐색 단계에서 규칙을 발견하거나 가설을 검증하는 활동을 하게 된다. 본 수업 지도안의 탐색 단계는 자료 조사를 통해 프레온 가스의 종류와 용도, 그리고 오존층의 역할을 탐색해 보게 하여 오존층 파괴 물질의 정체, 오존층 개념을 이해할 수 있는 사전 활동의 역할을 하고 있다. 비록 완성된 수업 지도안은 아니지만 STS 접근을 시도하고자 했다는 점에서는 교사는 한 단계 도약하였다고 보여진다.

3. 2001년 봄에 개발된 수업 지도안 (상태변화에 따른 에너지 변화 수업지도안)

2001년 봄 학기에 그 교사가 세 번째로 작성한 수업지도안은 3차시로 구성되었다. 1~2차시의 제목은 '냉장고! 그 차가움의 비밀은?', 3차시의 제목은 '프

레온 가스! 그 숨겨진 비밀은?'으로 정했다. 매우 흥미진진한 내용이 담긴 것 같아 학생들의 호기심을 불러일으킬 수 있게 제목이 붙었다. 동기 유발 단계에서는 학생들이 냉장고 내부를 비디오로 촬영해 보고 어머니와 인터뷰한 내용을 보여주면서 시작한다. 시도는 참신하나 인터뷰 내용은 새로운 것이 없었다. 수업의 내용은 냉장고의 원리로서 기화열의 개념을 도입하고자 하였다. 탐색 단계에서 '액체가 기체로 변할 때 열에너지의 출입은 어떻게 될까?'라는 제목의 실험을 한다. 실험을 수행하기 전 조별로 실험 결과를 예상해보도록 하고 그 이유를 말해보게 함으로써 구성주의적 학습환경을 조성하고자 하였다(부록 2).

용어 도입 단계에서는 예상한 것과 실험 결과를 비교해 보게 하여 가설-연역적 사고 과정을 경험해 보게 하였다. 그 후 기화, 액화, 상태 변화에 따른 에너지 변화 개념, 그리고 냉장고의 원리가 설명되었다. 개념 적용 단계에서는 일상 생활에서 기화의 예를 찾아보게 하고, 아이스박스의 원리를 말해보게 함으로써 배운 개념을 응용하고 확장해 볼 기회를 제공하였다. 본 수업 지도안의 순환 학습 모형은 잘 짜여진 것이며 이전의 수업 지도안과 비교할 때 보다 개선되었다.

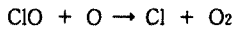
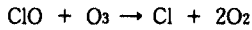
3차시 '프레온 가스! 그 숨겨진 비밀은?'은 앞의 1~2차시에 이어 냉장고와 관련된 시사 문제를 다루었다. 도입 단계에서 미리 조사해 오도록 한 프레온 가스에 대해 발표해 보도록 하였다. 탐색 단계에서 프레온 가스가 오존층을 파괴하는 화학 반응을 역할극을 통해 경험해 보도록 하였다. 아주 좋은 아이디어로 어려워하는 화학 반응을 쉽고 재미있게 역할극으로 대신하도록 하였다. 화학 반응의 각 단계 별로 학생들의 역할을 기술해 보았다.

1단계



(산소 원자의 역할을 하는 세 사람이 서로 손을 잡아 세 개의 산소를 만든다. 염소가 가서 치면 그 중 한 사람이 염소와 붙고, 나머지 두 사람은 계속 붙어서 산소 분자의 역할을 한다)

2단계



(염소와 결합한 산소가 다시 오존 역할을 하는 세 사람이 결합해 있는데 가서 치면서 염소만 빠져 나옴고 두 명씩 결합한 산소 분자 2개가 나온다. ClO가 산소 원자를 치면 염소만 빠져 나옴고 두명이 결합한 산소 분자가 나온다.)

이렇게 함으로써 한 회전이 끝날 때 두 명씩 손을 잡은 산소 분자 4개가 방출되어, 처음에 오존, 혹은 산소 원자로 존재했던 사람이 모두 산소 분자가 되면 끝이 난다. 처음에 오존 역할을 맡은 학생 3명씩 10조, 산소 원자 역할을 하는 10명, 그리고 한 명이 염소 역할을 맡는다.

용어 도입 단계에서는 오존의 파괴와 관련된 화학 반응식을 설명해 준다. 개념 적용 단계에서는 오존층 파괴를 막기 위한 노력들을 토의한다.

3차시의 순환 학습 모형도 매우 잘 짜여졌다. 개념 적용 단계에서 '오존층 파괴를 막기 위한 노력들'은 따로 1차시로 진행할 수 있을 만큼 중요하고 실제 삶에서 적용할 수 있도록 지도되어야 할 내용이다. 평가 문항이 또한 포함되었다. 수업 지도안에 당연히 포함되어야 할 부분이다. 평가 문항은 수업 내용을 충분히 평가하고 있지 못하고 있다. 탐구 과정 기능과 학생들의 오존층 파괴 역제를 실천하는 방안의 제안(창의성)과 실천 정도(태도)도 평가에 포함될 필요가 있다.

한 교사가 세 번의 수업 지도안을 작성해보는 노력을 통해서 교과서 개념에 기초한 활동에서 교과서 내용을 극복하고 실생활 소재를 과감히 도입하는 단계를 거쳐, 실생활 소재에서 가르칠 개념을 찾고 그 개념을 확장하여 실생활 맥락에서 실험과 역할극을 통해 다양한 교육 영역, 즉 탐구 과정 기능, 개념, 창의성, 태도 영역을 학습할 수 있도록 진전되는 과정을 관찰할 수 있었다. 그 교사와의 면담에서도 이러한 점에서의 변화를 확인하였다.

(세번째 면담 질문에 대한 교사의 대답)

실험을 할 때, 저는 학교에서 실험을 많이 하는

편인데, 어떤 실생활과의 관련성과 아주 간단하게 서술을 하고, 그 다음에 그렇게 수업을 시작했었는데, 연수를 받고 나서는 얼마나 재미있게 주제를 설정하는가 이게 중요하다고 느꼈어요, 그래서 탐구 제목이 어떤 과학자들의 어떤 지식보다는 학생들의 실생활에서 생활주제를 찾아 가지고 그 주제를 가지고 실험을 통해서 이론적으로 접근하는 그런 방식의 수업을 택한 것 같아요. 상태변화에 따른 에너지의 변화하고, 그 다음에... 만약 연수를 받기 전에 수업을 할 때 이렇게 했을 거예요. 상태 변화할 때 에너지의 출입은 어떻게 될 것인가 이런 식으로 주제를 설정했을 것 같은데, 이번에는 냉장고의 원리는 무엇인가? 이렇게 하니 아이들이 실제로 냉장고를 가지고 있으니까, 어... 아이들이 받아들이기도 쉽게 받아들이고, 수업도 재미있었던 것 같습니다. 실험을 통해서도 아이들이 자기가 알고 있었던 것들을 실험을 통해서 본인들이 확인할 수 있었으니까 아이들이 더 호응이 있었던 것 같아요.

이 개발 과정은 2000년 여름, 가을, 겨울 그리고 2001년 봄까지 지속되었고, 장기간의 노력을 통한 발전으로 평가할 수 있다. 이 교사의 세 번째 수업 지도안은 현직 교육 과정동안의 꾸준한 지도를 통해 좀더 짜임새 있는 내용으로 수정되었다. 교사들은 대부분 개념 중심의 지도안을 만들며, 추가로 지속적인 지도가 없이는 더 이상의 진전을 이룰 수 없었다. 오직 교사의 열의와 지적 추구 그리고 지속적인 지도를 통해서만 구성주의적 관점이 반영된 학습 지도안을 만들 수 있었다.

수업지도안과 수업에서 구성주의적 특성이라면 일상 삶의 소재가 학습의 동기 부여나 적용을 위한 배경으로 사용되기보다는 그것들이 주요 수업 내용이 된다는 점과 학생들의 활동이 기계적인 단계로 진행되지 않고 자신의 생각을 말해볼 기회를 자주 제공한다는 점을 들 수 있다. 또한 학생 활동과는 독립적으로 개념 학습을 위해 다른 활동들을 소개하는 것이 아니고 개념 이해를 학생 활동의 여러 결과물의 하나로 보는 것이다. 면담을 통해 수업과 학습에 대한 관

점이 구성주의적인 방향으로 많이 변화되었음을 확인할 수 있었다.

(네번째 면담 질문에 대한 교사의 대답)

크게 실험과 역할극으로 볼 수가 있는데 실험을 할 때나... 사전에 실험을 예측해 보게 함으로써 학생들이 거의 많....실생활과 관련짓더라도 많은 오개념들을 가지고 있었는데 실험을 통해 아이들이 그 현상을 직접 보니까 아하! 내가 다르게 생각하고 있구나! 이렇게 많이 느꼈고, 제시된 실험은 아주 간단한 실험이었는데, 물과 알코올을 온도계 속에 묻혀서 온도계의 온도변화를 관찰하는 것으로, 아주 간단한 실험이었어요. 누구든지 할 수 있는 실험이었고, 관찰된 내용들이 전부다 이론과 부합되는 현상으로 나와서 아이들이 아 내게 잘못생각하고 있구나, 이런 것들이 많이 풀어졌어요. 그래서 제대로 된 개념을 갖게 됐어요.

역할극을 할 때에도 내가 분명히, 프레온가스의 메카니즘을 주입식으로 할 수 있었는데, 역할극을 해 봄으로써 어.... 활동이 재밌어서 그랬는지는 모르겠지만, 상당히 뒤에 아이들에 질문을 던져보니까 아이들이 많이 개념에 대해서 많이 받아들이고 있더라고요. 제대로.

개발한 수업 지도안에 따라 수업할 때 느끼는 어려운 점을 물어 보았을 때 그 교사는 개념 변화로서의 학습을 언급하였고, 그것을 위해서는 개념 전달 방식의 수업 방법을 지양해야 하겠다고 학생들의 오개념을 반영한 수업 방법을 모색해야할 필요성을 지적하였다. 또한 다른 논문에서와 같이 과다한 수업 내용으로 인한 진도의 문제를 지적하였다.

(다섯번째 면담 질문에 대한 교사의 대답)

이번 수업할 때, 학교 시수로는 시간이 부족하지 않나 이런 STS적인 방법을 적용할 때, 시간이 부족하지 않나 하는 생각이 들었어요. 왜냐하면 수업을 하다보면 학생들의 활동 위주로 되어야 하는데 학생들의 활동을 하다보면 예상하지 못했

던 행동들이 자꾸자꾸 벌어지니까, 시간은 정해져 있고, 당황하게 되더라고요 시간이 충분히 주어지면은....저희 학교에는 실업계이니까 진도에 대한 부담감은 없어서 거기에 대한 부담감은 덜했는데, 인문계에서는 좀 힘들지 않을까 하는 생각이 드네요. (위의 대답들은 면담한 교사의 대답 전부다 아니라 일부를 발췌하여 실은 것이다)

IV. 결론 및 제언

이 연구의 참여하였던 교사는 교직의 경력이 3년밖에 되지 않았다. 그뿐만 아니라 현직 교육에 참여했던 모든 교사들에게 일상 생활적 맥락에서 순환학습 수업모형을 개발하는 것은 오랜 시간을 요구하였다. 왜냐하면 교사가 교실에서 교수 방법을 바꾸기 위해서는 교사의 과학관, 과학 수업관, 과학 학습관에서의 변화가 선행되어야 가능하기 때문이다. 교과서에 제시된 지식 혹은 대학에서 배운 지식이 과학이며 그 내용을 잘 조직하여 전달하는 것이 교사의 역할이라는 관점에서 학생들이 궁금해하는 것을 충족시키며 주변문제를 해결해 나가는 과정이 과학이며, 학생들이 자기의 경험을 통해 기존의 지식과의 통합을 이루어 가는 과정이 학습이고, 그 과정을 돕는 것이 교사의 역할이라는 새로운 관점으로의 전환은 많은 시간과 노력을 요구하였다.

교사는 처음에 잘 구성된 순환학습지도안을 만들었지만, 개념 체계에 기초하여 교사가 중심이 되어 학생들에게 전달하는 수업구조이었다. 두 번째 수업지도안에서는 교과서 개념과 순서를 극복하고 학생들에게 필요하고 학습동기를 불러일으킬 수 있는 내용을 선택하였다. 하지만 순환 학습 수업 모형에 직접적으로 들어맞는 학생 활동은 아니었다. 세 번째 시도에서 교사는 실생활의 맥락에서 수업의 소재를 찾고, 개념을 위한 활동으로써 역할극을 도입하고 중요 개념까지 수업하는 단계에 이르렀다. 3학기에 걸친 수업지도안의 개발과 수업을 통해 그 교사는 교과서를 참고하지만 그것을 뛰어넘는 수업지도안을 개발하였고 학생 중심의 수업방향을 채택할 수 있었다.

적 요

이 연구에서는 2000년 여름부터 2001년 여름까지 1년여 동안 실시된 순환학습/STS 과학교사 현직 교육을 받은 한 과학교사의 수업 지도안 개발 과정을 기술하고, 그 과정에서 구성주의와 일치하는 방향으로 그 교사의 과학, 과학 학습, 과학 수업 관점의 변화를 알아보았다. 참여 교사는 개념에 기초한 실험 중심의 수업 지도안에서 실생활을 적극 반영한 학생 활동 중심으로 수업 내용을 바꾸어 갔다. 동기 부여 측면에서 학생들이 쉽게 경험할 수 있는 실생활의 소재를 활용하였고, 학생들의 오개념을 반영한 수업을 위해 간단한 실험에서 학생들의 의견을 많이 듣고 개념 변화로서의 학습을 고려하였다. 그 교사의 이러한 구성주의적 반응은 현직 교육 기간 동안에 긍정적인 방향으로 증가하였다. 실제 수업 지도안에 반영된 변화는 면담을 통해서 그 교사가 과학, 과학 수업, 과학 학습 등에서 확인되었다. 특히 7차 교육과정의 학생 활동을 강조하는 방향으로 개편된 점을 감안할 때 순환학습과 STS에 기초한 수업 지도안 개발은 현장에서 더욱 요구되는 사항으로 생각된다.

감사의 글

연구에 참여해 주신 여러 선생님들과 이 논문을 읽고 유익한 조언을 해 주신 심사위원님들에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 교육부(1997). 과학과 교육 과정.
 교육부(1999). 제7차 교육 과정에 따른 2종 교과용 도서 집필상의 유의점.
 권재술, 김범기, 우종욱, 정완호, 정진우, 최병순 (1998). 과학교육론. 서울: 교육과학사.
 김영민, 권성기(1991). 전류 개념 변화를 위한 순환학습의 효과, 한국과학교육학회지, 12(3), 61-76.
 김은옥, 조정일(1999). 순환 학습 수업 모형에 대한 중등교사 교육방법으로써 비디오테이프 활용의 효과. 전남대학교 과학교육연구지, 23(1), 1-8.
 위성백(1997). 초등학교 과학수업에서 순환학습 모형이 과학 개념과 탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 영향, 한국교원대학교 석사학위논문.
 이현옥, 조정일(1994). 확산과 삼투 분자운동 모형을 활용한 수업의 개념변화에의 효과. 한국과학교육학회지, 14(3), 293-303.
 정완호, 권재술, 정진우, 김효남, 최병순, 허명(1997). 과학과 수업 모형. 서울: 교육과학사.
 정진수(1994). 중학교 과학 수업에서 학습자 특성에 따른 순환 학습 수업 모형의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
 조성아(1998). 중학교 3학년 학생들의 산·염기와 산의 세기에 대한 개념 조사 및 순환학습 수업 모형에 의한 개념 변화. 이화여자대학교 석사학위논문.
 조정일, 박현(1999). 과학 교사들의 전문성 향상을 위한 대안적 현직 교육 프로그램의 개발-STS/구성주의 모듈 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 19(2), 340-352.
 홍순경, 최병순(1991). 밀도의 개념 변화에 미치는 순환학습의 효과. 한국과학교육학회지, 11(1), 15-24.
 홍준의(1998). 학생의 인지 수준과 순환학습이 '삼투' 개념의 이해에 미치는 효과, 한국교원대학교 석사학위논문.
 Adams, P. E. & Krockover, G. H.(1999). Stimulating constructivist teaching styles through use of an observation rubric. Journal of Research in Science Teaching, 36(8), 955-971.
 Barman, C. R. & Shedd, J. D.(1992). An in-service program designed to introduce K-6 teachers to the learning cycle teaching approach. Journal of Science Teacher Education, 3(2), 58-64.
 Brooks, J. G. & Brooks, M. G.(1993). In search of understanding the case for constructivist classrooms. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

- Glasson, G. E. & Lalik, R. V.(1993). Reinterpreting the learning cycle from a social constructivist perspective: A qualitative survey of teacher's beliefs and practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 187-207.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R. & Renner, J. W.(1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teacher science concepts and thinking skills*. NARST monograph, Number one.
- Lutz, M.(1996). The congruency of the STS approach and constructivism. In R. E. Yager (ed.), *Science/Technology/Society as reform in science education* (pp. 16-24). New York: State University of New York Press.
- Marek, E. A. & Methven, S. B.(1991). Effects of the learning cycle upon student and classroom teacher performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 41-53.
- Yager, R. E.(1996). Meaning of STS for science teachers. In R. E. Yager (ed.), *Science/Technology/Society as reform in science education* (pp. 16-24). New York: State University of New York Press.

<부록 1> 2000년 여름에 개발된 수업 지도안

1. 제목

- 김치를 오래 보관하려면 어떻게 해야 하나?

2. 학습목표

- 화학 반응 속도에 온도가 미치는 영향을 알 수 있다.
- 온도가 상승함에 따라 반응 속도가 빨라짐을 충돌이론으로 설명할 수 있다.
- 반응속도와 온도와의 관계를 그래프로 그릴 수 있다.

3. 동기유발

- 김치가 숙성하는 것은 무엇 때문일까?
- 여름철에는 김치가 빨리 시어지는데 왜 그럴까?
(반응속도와 온도 도입)
- 옛날 냉장고가 없던 시절에는 어떻게 음식을 보관했을까?
- 음식을 오래 보관하려면 어떤 방법이 있을까?

4. 탐색단계

<먼저 생각해 볼 문제들>

- 1) 주글주글한 고무풍선을 따뜻한 물 속에 넣으면 어떻게 될까? 또 왜 그럴까?
- 2) 음식물을 오래 보관하려면 어떻게 해야 할까?
- 3) 반응이 일어나기 위한 조건을 알아보자
- 4) 반응속도와 운동속도와의 차이점은 무엇인가?
- 5) 온도와 반응속도와의 관계를 어떻게 설명할 수 있는가?
- 6) 온도가 높아지면 반응이 빨라진다고 생각하는데 그 이유는 무엇이라고 생각하는가?

<탐구 활동> - 실험

- 1) 제 목 : 온도(얼음물, 실온의 물, 60°C 물) 에 따라 과산화수소가 분해되는 반응 속도는 어떻게 달라질까?
- 2) 준비물 : 과산화수소(H₂O₂), 비커 3개, 메스실린더(250mL) 3개, 얼음물, 실온의 물, 따뜻한 물(70°C), 주방용 세제
- 3) 과정
 - (1) 이 실험의 제목과 관련하여 이 실험에 대한 가설을 설정해보고 조별로 발표하자.
 - (2) 변인들을 생각하고 실험방법을 설계하여 과정을 기록하여 보고 실험을 실시한다
 - ① 변화시켜주는 변인 (독립변인)
 - ② 일정하게 유지시켜주는 변인 (통제변인)
 - ③ 측정해야하는 값 (종속변인)

5. 용어도입 단계

- 1) 실험결과를 조별로 발표한다.
- 2) 토의 할 문제
 - ① 합성세제는 왜 넣어 주었는가?
 - ② 무엇을 관찰하고 측정해야 하는가?
 - ③ 반응속도 빠르기는 무엇으로 알 수 있는가?
 - ④ 반응속도가 가장 빠른 것은 무엇이며 왜 그러리라고 생각하는가?

〈생각해 볼 문제〉

- 1) 반응이 일어나는 조건을 생각해 보자.
- 2) 온도가 높아지면 반응이 왜 빨라지는가?
⇒ 실험적으로는 온도를 10°C 올리면 운동속도는 1.8% 증가하지만 반응속도는 2~3배 빨라진다. 그것을 어떻게 설명할 수 있는가?

〈개념 정리〉

- 1) 충돌이론
 - ① 반응이 일어나기 위해서는 반응물질들이 충돌해야 한다
 - ② 충돌횟수는 농도, 운동속도에 따라 달라짐. 온도가 10°C 증가시 운동속도는 2%이하 증가
 - ③ 온도가 높을수록 운동속도가 빨라짐
 - ④ 온도가 높을수록 반응속도 빨라짐. 온도가 10°C 증가하면 반응속도 2~3배 빨라짐
- 2) 활성화 에너지
충돌에 의해 반응이 일어나기 위해서는 어느 수준 이상의 에너지를 가져야 하며 그 에너지를 활성화 에너지(E_a)라 함
- 3) 온도증가에 따른 반응속도의 증가
온도가 10°C 증가하면 활성화에너지(E_a)보다 큰 에너지를 가진 입자가 2~3배 증가하므로 반응속도도 2~3배 증가한다

6. 개념적용 단계

〈탐구 문제〉

회연이는 소금물의 증발속도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 다음과 같이 실험 과정을 설계하였다.

실험1) 세 개의 비커에 30% 소금물을 50mL씩 넣고 각각 0°C, 40°C, 80°C로 유지하였다.

실험2) 세 개의 비커에 10%, 20%, 30% 소금물을 각각 50mL씩 넣고 실온(20°C)에 방치하였다.

- 1) 회연이가 증발속도에 영향을 미치는 요인으로 생각한 것은 무엇인가?
- 2) 실험에서 증발속도가 가장 느릴 것으로 예측되는 것은 어느 경우인가?
- 3)의 예측을 반응속도와 온도와의 관계를 가지고 토론하고 정리하여 보자.

〈그래프 그리기〉

- 탐색단계의 실험의 반응속도와 온도와의 관계를 그래프로 그려보자

〈부록 2〉 2001년 봄에 개발된 수업 지도안

▶1-2차시 냉장고 - 그 차가움의 비밀

냉장고의 원리를 상태변화와 관련지어 이해하기

1. 동기 유발단계

미리 학생에게 지시해서 비디오 촬영을 해온 가정의 주방에서의 어머니와의 인터뷰 내용을 TV를 통해서 시청한다. (학생은 냉장고의 내부를 촬영하고 어머니와 인터뷰를 시작한다.)

* 학생: 자!! 여기는 저희 집 주방에 있는 냉장고입니다.

무엇이 들어 있는지 한 번 볼까요? 김치, 과일 등등 많이 들어 있죠? 저희 어머니와 냉장고에 관해서 인터뷰를 시도해 보겠습니다.

⇒ 엄마는 대체로 몇 일 정도 음식을 냉장고에 넣어두나요?

⇒ 그러면 왜 냉장고가 시원한지 혹시 아세요?

⇒ 냉장고의 음식을 시원하게 하는 물질은 무엇일까요?

⇒ 엄마! 제가 자세하게 공부해서 알려 드릴게요!!

* 학생: 자! 여러분 지금부터 냉장고가 시원하게 유지되는 원리를 우리 같이 알아보도록 합시다

2. 탐색단계

⇒ 상태변화에 따른 온도의 변화를 실험을 통해서 이해하기

- 1) 냉장고의 원리를 알기 위해서 액체가 기체로 되면서 주변의 온도가 어떻게 되는지 실험을 통해서 알아보자.
- 2) 실험을 수행하기 전 조별로 실험 결과를 미리 예상해 보도록 하고 또 왜 그렇게 생각하는지 조별 발표를 통해서 비교해 보게 한다.
- 3) 실험 준비물과 실험 방법을 주지시킨다.
- 4) 학생들은 나누어 준 보고서 (학생활동지 1) 를 보면서 실험 방법을 인식한다.
- 5) 실험 수행
- 6) 관찰내용을 보고서에 각자 기록하게 하고, 조별로 발표할 내용을 따로 TP로 제작하게 한다

3. 용어도입단계

- 1) 각 조의 내용을 발표하고, 다른 조의 의견과 비교한다.
- 2) 미리 예측해 보았던 실험결과와 실제의 실험결과를 비교해보게 한다.
 - 특히 예상 결과와 실제의 실험결과가 다른 조는 비교해서 발표하게 한다.
- 3) 기화 : 액체가 주변의 열을 흡수해 기체로 되는 현상
 액화 : 기체가 열을 잃고 액체로 되는 현상
- 4) 상태변화와 온도와의 관계
 ⇒액체가 기체로 변할 때 주변의 열을 흡수하기 때문에 온도는 내려간다.
- 5) 냉장고의 시원한 원리를 위 실험과 연관시키기
 ⇒ 가능하면 현 냉장고를 구해서 냉장고 뒤 판을 뜯어서 설명하도록 함. (또는 냉장고의 그림을 통해서 설명)

<냉장고의 원리>

냉장고는 액체가 기화할 때 주위로부터 열을 빼앗아 가는 원리를 이용한 기구이다. 냉장고 속의 액체 증발기에서는 액체 냉매가 기체로 기화한다. 이 때, 냉장고 안의 열을 빼앗아 가기 때문에 냉장고 속의 온도는 내려가게 된다. 이렇게 기화된 기체 냉매는 냉장고 밖에 있는 액화기를 통과하는 동안에 주위로 열을 내놓고 다시 액체로 된다.

4. 개념응용단계

1) 기화되면서 온도가 내려가는 경우를 일상생활에서 찾아보기

*수영장에서 수영을 하다가 몸에 물이 묻은 상태로 물 밖으로 나왔을 때 추위를 느낀다.

*부탄가스는 통 안에 액체 상태로 보관되어 있다가 주변의 열을 빼앗아 기체로 변하면서 연소하기 때문에 사용한 후 만져보면 시원하게 느껴진다

*더운 여름날 마당에 물을 뿌리면 시원해진다.

*주사를 맞을 때 알코올로 피부를 소독하며 시원함을 느낄 수 있다

2) 아이스박스에 관해서 설명해주고 원리를 생각해보기

<아이스박스의 원리>

아이스박스는 얼음을 밑바닥에 채우고 그 속에 음식을 넣어 보관한다. 처음에는 썩썩 얼어있던 얼음이 시간이 지남에 따라 녹기 시작해서 마침내 전부 녹게 되면 음식을 더 이상 보관하기가 어려워진다. 아이스박스는 얼음이 물로 녹으면서 주변의 열을 빼앗아 온도를 낮추어 일정시간 동안 음식을 보관할 수 있다.

5. 다음시간 예고

1) 이번 시간에는 냉장고의 원리에 관해서 학습하였는데 그러면 냉장고를 시원하게 하는 냉매의 역할을 하는 것이 무엇인지 질문한다 - 쉽게 프레온 가스라는 답을 예상할 수 있다.

2) 프레온 가스의 역할극에 대한 소개지를 나누어주며 간단히 역할의 배경과 어떻게 할 것인가? 생각해 보게 한다.

▣ 해설자, 염소원자의 역할은 미리 정하고 산소원자와 오존분자의 역할은 각 조원이 나누어서 참여하게 한다.- 해설자와 염소원자는 대사를 암기해 오도록 하고, 각 분단의 산소원자와 오존분자의 역할을 맡은 학생들도 협의하여 스스로 대사를 연습할 수 있게 유도한다.

3) 다음시간과제 - <학생 활동지2> 을 미리 나누어주면서 우리 집에서 프레온 가스를 사용하고 있다고 생각되는 물건들을 조사해보기

▶ 3차시 프레온 가스 - 그 숨겨진 비밀

1. 도입단계

- 1) 지난 시간의 과제를 발표함으로써 각자 가정에서 프레온 가스의 사용처를 인식한다.
 - ▣ 조별 발표를 통해서 비교함으로써 많은 부분에서 프레온 가스가 사용되고 있음을 인식한다.
- 2) 가정집의 내부구조를 보여주면서 알고 있는 부분보다 훨씬 많은 부분에서 사용되고 있음을 알게 한다.
- 3) 프레온 가스의 구성원소는 탄소, 염소, 플루오르 임을 설명한다.
- 4) 그러면 요즘 프레온 가스의 사용을 자제하고 있는데 그 이유는 무엇이라고 알고 있나요?

2. 탐색단계 - 학생들의 프레온가스의 오존층 파괴 메커니즘에 대한 역할극

- 1) 4명이 1조가 된다.
 - 1명은 산소원자, 3명은 오존 분자의 역할을 하게 된다.
- 2) 해설자와 염소역할의 학생은 미리 정해져 있다. 역할을 미리 그림으로 표시해 각자의 역할을 상기 시킨다.
- 3) 염소가 1조의 오존과 반응해 오존의 3개의 산소 원자 중 두 명은 산소분자가 되고(자리에 앉고), 1개의 산소원자는 ClO분자가 된다. ClO분자는 다시 나머지 산소 원자와 반응해 산소 분자가 되고 Cl로 다시 떨어지게 된다.
- 4) Cl 분자는 다시 2분단으로 이동해 7분단까지 반복하게 된다.
 - ▣ 학생들은 연극에 참여하면서 염소의 역할이 무엇인지 생각하고 오존층의 역할과 오존층이 없다면 어떤 현상이 나타날지를 생각한다.

3. 용어도입단계

- 1) 연극을 본 후 학생들이 자신들의 활동을 그림으로 표현해 보도록 한다.
 - 염소를 상징하는 그림과 산소를 상징하는 그림을 이용해 도화지에 붙여 봄으로서 역할극의 활동을 정리한다.
- 2) 후에 정리 내용을 조별 발표를 통해 비교해 본다.
- 3) 분자식으로 교사가 설명
$$O_3 + Cl \rightarrow ClO + O_2, \quad ClO + O \rightarrow Cl + O_2$$

4. 개념응용단계 - 오존층 파괴를 막기 위한 우리의 노력들

- 1) 오존층의 역할과 만약에 오존층이 없다면 어떤 현상이 나타날지 토의해 보자.
- 2) 오존층 파괴 물질의 사용을 줄이기 위해 스스로 할 수 있는 일들이 무엇인지 토의해 보자.
- 3) 프레온 가스를 많이 사용하는 국가에서는 어떤 정책을 세워야 할지 각 조별로 토의해 발표해 보자.
- 4) 세계적으로 오존층 파괴 물질의 사용을 줄이거나 쓰지 않기 위해 어떤 방법을 쓰고 있는지 조사하자.
- 5) 오존층 파괴를 막기 위해 어떤 대체 물질이 개발되고 있는가?
 - ▣ 탐색단계에서 사용했던 「가정에서 사용되는 오존층 파괴 물질들」의 그림을 다시 보여주며 토의를 유도한다.
- 6) 지상에서의 오존에 대한 내용 언급

<오존층 파괴의 과정> - 연극 대본

1. 등장인물소개 - 각각의 등장 인물은 배 부분에 자신의 특징을 나타낼 수 있는 그림을 붙여 학생들의 이해를 돕는다.

① 염소원자 : 으하하하!!! 저는 여러분들이 많이 사용하는 스프레이 속에 들어있는 프레온가스에서 나온 염소 원자입니다. (스프레이를 분사하면서)

② 오존 : (각 분단의 오존 역할을 맡은 학생들은 일어난다.)
저희들은 오존인데요. 이렇게 산소원자 3개로 이루어진 기체입니다. 저는 지구상에 유해한 자외선이 도달하지 못하도록 하는 지구의 수호자 역할을 하고 있습니다. (3명의 학생이 손을 잡고 있음.)

③ 산소원자 : (각 분단의 산소 원자 역할을 맡은 학생들은 일어난다.)
저희들은 산소 원자인데요. 제가 3개가 결합되면 오존분자가 되지요. (오존 분자 모형 학생을 가리키며)

④ 해설자 : ·저는 아주 좋은 목소리로 여러분의 이해를 도와줄 해설자입니다.
·여기는 지상 20km 정도의 높이입니다. 이곳은 오존의 농도가 가장 높은 위치이기 때문에 오존층이라고 하지요! (설명 후에 오존분자 모형을 칠판의 중간에 붙인다.)

2. 오존층 파괴의 과정을 연극으로 표현하기

① 오존들 : 예! 저희들은 지상 20km 정도에 많이 존재하면서 태양 광선 중 유해한 자외선을 막아주어 식물과 동물을 보호해 주는 역할을 하죠

② 해설자 : 그런데 지상에서 프레온 가스라는 물질이 올라왔고, 프레온 가스는 자외선을 받아 염소 원자를 만듭니다.

③ 염소 원자 : (오존분자 중의 산소 원자를 치면서)
오존아! 나랑 놀자!! (후에 산소 원자와 결합해서 산화 염소 분자 모형을 만든다. - ClO)

④ ClO분자의 O원자 : 산소 원자는 어디 있지?
(ClO 분자모형은 다시 혼자 있는 산소 원자와 부딪친 후 다시 염소 원자로 떨어져 나온다. - ClO의 O는 혼자 있는 O와 부딪친 후 O-O 손을 잡고 O₂분자를 형성하고 Cl은 다시 떨어져 나온다.)

⑤ 염소원자 : 다른 오존은 또 어디 없나? 나는 10만개 정도의 오존을 파괴할 수 있지. 내가 있는 한 오존은 고양이 앞에 쥐라고 할수 있지.

→ 2분단에서 6분단까지 위의 내용을 반복한다.

(기울림 글씨체 쓰여진 부분)

⑥ 결국 염소원자는 오존을 산소로 바꾸어 자외선이 그대로 내려오게 합니다.

평가 문항

1. 맛있게 끓인 라면이 담긴 뜨거운 냄비를 식탁으로 옮기려고 할 때, 젓은 행주와 마른 행주 중 어느 것으로 드는 것이 덜 뜨거울까?

(상태변화와 열의 출입, 온도의 변화의 개념을 넣어서 설명하라.)

- ① 어느 것이 덜 뜨거울까?
- ② 그렇게 생각하는 이유를 설명하라.

<정답> 젓은 행주를 사용하는 것이 덜 뜨겁다. 왜냐하면, 젓은 행주 속에는 물이 있기 때문에 많은 열을 흡수하여 물이 기화하기 때문에 행주의 온도가 많이 올라가지 않는다. 반면에, 마른 행주는 물이 없으므로 많은 열을 흡수하지 못하기 때문에 행주의 온도가 많이 올라간다.

2. 다음 현상중 기화에 해당하는 것은 '기', 액화에 해당하는 것은 '액' 이라고 쓰시오.

- 1) 여름에 마당에 물을 뿌리면 시원하다 ()
- 2) 프레온 가스통을 사용한 후 만져보면 차가운 느낌이 든다 ()
- 3) 알코올로 닦으면 시원하다 ()
- 4) 차가운 얼음이 든 물 컵 바깥에 물방울이 생긴다 ()
- 5) 여름에는 보이지 않으나 겨울에는 입김이 하얗게 보인다 ()

3. 냉장고의 냉장 원리는 어떤 현상에 의한 것인가?

- 1) 기화 2)액화 3)승화 4) 불포화

4. 프레온 가스를 구성하며 오존층 파괴를 유발하는 원소는?

- 1) 염소 2) 산소 3) 탄소 4) 질소 5) 플로우르

5. 오존은 어떤 점에서 사람에서 유익하고 어떤 점에서 해로운가?

- ① 유익한 점 :
- ② 해로운 점 :

6. 여기 산소 분자가 있다. 이 분자를 얼마든지 사용하여 오존 분자를 나타내는 그림을 그려보시오.