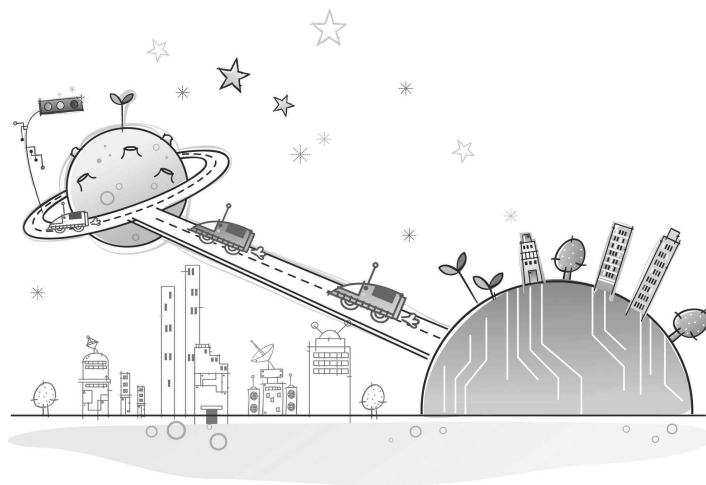


소리의 공감각적 이해에 대한 연구

[The study of understanding of sound by diverse sense]

중화중학교 교사 | 박숙민



‘소리의 공감각적 이해’에 대한 연구

I 주제 선정 배경

1 연구의 필요성

소리는 일상생활에서 늘 접하게 되는 친숙한 물리현상이다. 우리는 타인과 의사 소통하고, 유용한 정보를 교환하는데 소리 파동이라고 하는 물리현상을 사용한다. 빛과 파동은 7차 교육과정에 새로 도입되었으며 교사들도 고등학교 시절에 이론적으로 간단하게 배운 내용이므로 그것을 이해해서 학생들에게 지도하는데 많은 어려움을 느낀다. 또한 초등학교 때 지각 경험에 의존하는 소리 개념에 머물러 있던 학생들이 중학교에 들어오면서 형식적 사고를 바탕으로 구성되는 파동 개념과의 연계가 부족하다. 따라서 본 연구에서는 여러 가지 악기와 소리 관련 컴퓨터 프로그램을 통해 소리 관련 지각 경험을 보고, 듣고, 느끼면서 추상적이고 형식적인 파동 기초 개념과 연계하는 학습 지도 방법을 제안하고자 한다.

또한, 학년이 올라가면서 과학에 대한 흥미도가 떨어지는 이유 중의 하나는 학년 간, 특히 학교 급간에 내용의 수준의 차이가 크다는 점 때문이다. 즉, 중학교 학생들은 Piaget의 인지 발달 단계에서 형식적 조작이 가능한 시기라고 한다. 그러나 모든 학생들이 형식적으로 사고할 수 있는 것은 아니다. 따라서 모든 학생들이 해당 수업의 목표를 달성하기 위해서는 감각적이고도 구체적인 활동과 형식적인 사고가 가능하도록 다양한 수업 방법이 결합된 수업이 계획되어야 한다고 생각한다.

2 연구의 목적

발달교육의 원리는 같은 연령, 같은 학년의 학생들이라도 개인의 특성에 따라 인지발달의 수준 차이가 있으므로 교육은 개개인의 능력의 다양성과 변화 가능성을 인정하여 각각의 학생들에게 적절한 교육적 처치를 제공하는 방향으로 바뀌어야 한다는 것이다. 본 연구는 이러한 교육적 필요를 바탕으로 어떤 과학적 원리에 대한 실험을 설계할 때에 다양한 감각을 자극할 수 있는 활동을 함께 제시해 줌으로써 학생들의 인지 발달을 도모하고 학습 목표를 달성할 수 있도록

하는 것이 목적이다.

본 연구에서는 ‘기타, 북, 컴퓨터’등을 사용하여 소리를 보고, 듣고, 손으로 느끼는 실험을 실시하는 과정에서 소리의 기본적인 성질을 이해할 수 있다. 기타를 치면서 소리의 높이와 진동수의 관계를 이해하게 되고, 난타위에 놓인 물과 과자의 움직임을 통해 소리의 크기와 진폭의 관계를 이해하게 될 것이며, 또한 소리 프로그램으로 남학생과 여학생의 목소리를 비교하면서 소리의 맵시에 대해서도 쉽게 이해할 수 있다. 즉, ‘기타, 북, 컴퓨터’등을 이용한 다양한 실험을 실시함으로써 소리뿐 아니라 나아가 파동의 일반적인 성질을 쉽게 이해하는 학습지도방안을 제시하는데 목적이 있다. 이러한 목적 달성을 위하여 다음과 같이 세부 목표를 설정하였다.

첫째, 소리를 이용한 악기와 컴퓨터 프로그램을 준비하고

둘째, 소리를 보고, 듣고, 만지는 체험활동을 통하여

셋째, 소리 및 파동의 기본적인 성질을 쉽게 이해하도록 한다.

3 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 범위로 국한시켰기 때문에 몇 가지 점에서 한계를 지니고 있다.

가. 본 연구의 연구 범위

첫째, 소리를 눈으로 볼 수 있게 해 주는 다양한 컴퓨터프로그램이 있지만 교과 과정에 나와 있는 소리의 3요소를 보여줄 수 있는 간단한 소리 프로그램을 선정하였다.

둘째, 소리를 내는 악기는 매우 다양하지만 본교에서 쉽게 구할 수 있는 난타와 기타로 한정하였다.

셋째, 다양한 악기의 소리를 얻기 위해 가장 접속률이 높은 인터넷 사이트를 한 군데만 선정하였다.

나. 본 연구의 한계

첫째, 우리의 감각 기관 중 최소한 두 가지 이상의 감각을 사용하려고 노력하였으나 우리 감각 기관 모두를 활용하는 실험을 설계하지는 못했다.

둘째, 한 가지 주제를 여러 가지 방법으로 실험을 설계하려면, 많은 노력과 시간이 요구되므로 매 시간 실험을 이런 방식으로 설계하는 데는 무리가 있다.

셋째, 본 연구는 Off-line 상에서 실시되는 실험을 중심으로 실시되었지만 정보통신 기술의 발달에 발맞춰 On-line 상에서 실현가능한 가상 실험에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.

II 주제 해결을 위한 탐색

1 연구의 주안점

가. 개인용 컴퓨터, 사운드 카드, 마이크로폰과 공개된 소리편집 프로그램을 사용하여 소리를 시간에 따른 파형으로 시각화하고 분석하는 교수 방법을 사용하도록 한다. 이를 통해 학습자는 소리의 특징인 진동수, 진폭을 파형의 관점에서 이해할 수 있게 되고, 컴퓨터를 활용함으로써 학습자 친밀도가 크며 경제적이고 개념 이해에 효율적인 장점을 지니게 될 것이다.

나. 학생들은 직접 조작하고 실험해보는 것을 통해 많은 걸 발견하고 체험하게 된다. 이러한 경험을 교사가 상세하고 풍부하게 말로 설명해주고 짚어주는 것보다 훨씬 값진 경험이다. 과학의 근본이 실제현상이므로 일상생활과 실제 사물과 자꾸 관련짓는 것을 학생들이 연습할 수 있는 기회를 제공하도록 한다.

다. 과학교육에서 과학지식의 전수나 활용 측면만 강조하기 쉽지만 과학적 태도나 과학에 대한 흥미도 과학교육에서 추구해야 할 주요 목표라고 생각한다. 과학에 대한 학생의 흥미를 유지하는 수업이 되기 위해 “다양한 볼거리, 학생들의 삶과 관련된 과학내용, 만져보고 체험하는 과학”등의 다양한 시도를 하도록 한다.

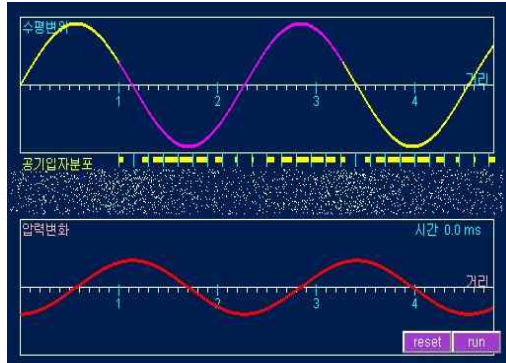
라. 말로 진술되거나 공식으로 표현된 것은 학생들이 자신과의 관련성을 느끼기 어렵기 때문에 중학교 수준에서는 최대한 오감을 이용하여 직접 체험할 수 있는 기회를 늘리도록 한다.

마. 학생들의 오개념을 미리 인지하고 학생들이 지닌 오개념에 갈등을 일으킬 수 있는 상황을 미리 고안하거나 학생의 오개념을 방지할 수 있도록 수업 상황을 설계하도록 한다.

바. 과학의 핵심은 탐구이며, 과학 수업은 탐구의 과정과 유사하게 진행되는 것이 바람직하다고 생각하며, 수업에서 얻고자 하는 과학 개념을 실험을 통해 귀납적 방법으로 찾을 수 있도록 수업을 설계하도록 한다.

2 이론적 배경

가. 경상대학교 물리학과 정 기수 교수의 홈페이지 > 파동과 빛
(<http://physica.gsnu.ac.kr/physedu/wavelight/wlmain.html>)
: 물리 전공 수준의 심도 있는 내용과 자바 실험이 제공되어 있음.



나. science ALL > 동영상으로 보는 과학실험 > 내가 만드는 팬파이프
(<http://www.science.or.kr>)
: 과학에 대한 실험, 정보, 상식 등 다양한 자료들이 탑재되어 있음.



다. 한국교원대학교 물리교육과(<http://phys.knue.ac.kr>)
: 기타와 피아노 등의 소리를 그래프로 제공하며, 소리의 높이와 진동수와의 관계를 알아볼 수 있다.

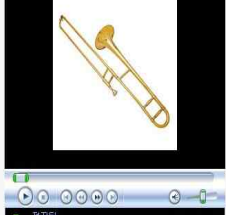
라. 네이버 백과사전

: 악기의 이름 검색을 통해 악기의 소리를 들을 수 있다.

(1) 국악기의 소리(네이버 백과사전 > 국악기 > 사운드(10))

				
듣: 장구(소리) 33kb	듣: 팽가리(소리) 41kb	듣: 박(소리) 14kb	듣: 가야금(소리) 106kb	듣: 양금(소리) 36kb
장구	팽 가리	박	가야금	양금
				
듣: 아쟁(소리) 36kb	듣: 단소(소리) 41kb	듣: 징(소리) 43kb	듣: 운라(소리) 18kb	듣: 해금(소리) 54kb
아쟁	단 소	징	운라	해금

(2) 금관 악기 5중주는 트럼펫 1, 2와 트롬본, 호른, 튜바 등으로 이루어져 있다.(네이버 백과사전 > 금관악기 > 사운드(4))

			
듣: 트럼펫(소리) : 금속제의 관으로 된 금관악기. 관악악기 중 주악의 중심적인 면에 역할을 하고 있고 재즈나 포퓰러에서는 아름다운 음으로 특징되고 있다. : 관악기, 악기의 종류와 분류, 트럼펫, 금관악기	듣: 호른(소리) : 발본식의 금관악기. 현대 오케스트라에서는 중음역(中音域) 관악기의 하나로 호른이라고도 한다. : 관악기, 호른, 악기의 종류와 분류, 금관악기	듣: 트롬본(소리) : 금속제의 관으로 된 금관악기. 관악악기 중 주악의 중심적인 면에 역할을 하고 있고 재즈나 포퓰러에서는 아름다운 음으로 특징되고 있다. : 관악기, 금관악기, 악기의 종류와 분류, 트롬본	듣: 튜바(소리) : 발본악기가 붙어 있는 저음역 금관악기. 금관악기 중에서 가장 큰 자였으며 소리도 가장 높다. : 관악기, 금관악기, 악기의 종류와 분류, 튜바
트럼펫	호른	트롬본	튜바

3 교과서 분석

<표1> 2007개정 교과서 분석

출판사	쪽수	주제	특징
교 학 사	206 ~207	소리의 세기와 높이 관찰하기	파동의 진폭, 진동수, 모양을 통해 소리의 3요소 이해하기
금 성 출 판 사	296 ~298	소리의 특성	악기와 남녀 성악가의 소리 파형을 비교하기
동화사	285	소리의 파형 관찰	사운드웨이브 프로그램을 이용하여 소리의 파형으로 이해하기
두산동아	282 ~285	진폭과 진동수에 따른 소리의 차이 알아보기	소리 분석 및 발생 프로그램을 이용하여 소리 비교하기
미 래 엔 켄 처	246 ~249	소리의 크기와 높이	강철 자를 이용하여 소리 이해하기
비 상 교 육	241	여자와 남자의 목소리 는 무엇이 다를까?	소리분석기를 통한 소리 파형 비교하기
천재교육	258 ~259	소리가 다르게 나는 요인은 무엇일까?	음파분석소프트웨어를 통해 소리 파형 비교하기

<표2>파동 관련 개념 범주

범주	관련 개념	관련 교육과정 내용
소리의 발생	음원, 진동, 발생 등	3학년 여러 가지 소리, 8학년 파동 만 들기
소리의 전달	매질, 진파 등	3학년 실전화놀이, 3학년 소리를 전달 시키는 방법
소리의 특성	음색, 음고, 음의 세 기 등	8학년 소리의 높이와 세기
파동의 표현	진폭, 파장, 진동수, 파의 전달 속도 등	8학년 파동의 성질
파동의 성질	진동, 반사, 굴절, 회절, 간섭 등	8학년 파동의 성질,
소리 관련 응용	공명, 초음파, 전파 등	8학년 소음과 우리 생활

제 6차 교육과정까지는 소리와 파동 관련 개념은 초등학교 2학년의 소리내기 단원에서 학습한 이후 고등학교 2학년 물리 과목에서야 파동에 대해서 다룬다. 이때도 파동으로서 소리에 대한 학습이 아니라 물리적 현상 자체로서 파동을 배우기 때문에 학생들은 소리와 관련된 개념은 초등학교 2학년 이후는 거의 없었다고 할 수 있다. 이와 같은 상황에서 학생의 소리와 파동 관련 개념 연구는 거의 없었다. 한편 제 7차 교육과정상에는 초등학교 3학년의 소리 내기 관련 단원 이외에 중학교 1학년에 ‘파동’단원이 포함되면서 소리에 대해서 구체적으로 학습하도록 되어 있으며, 고등학교 1학년과 2학년 과정을 거쳐 물리적 현상으로서 파동 개념을 더욱 학습하도록 되어있다. 2007개정 교육과정에서는 7차 교육과정에서 소리 단원의 내용이 다소 어렵다는 이유로 학년을 조정하여 8학년에서 지도하도록 하였다.

Ⅲ 주제 해결을 위한 연구 설계

1 연구 주제

소리의 세계를 보고, 듣고, 만지고, 느끼면서 온 몸으로 배우기

2 연구 기간

2008년 3월 ~ 2011년 9월

3 연구 대상

본교의 학생들은 기초학력 미달 학생이 많아서 학력향상 중점학교로 지정될 정도로 학생들의 언어 수준과 과학에 대한 기초 지식이 매우 부족하다. 그러나 좋은 방향으로 생각하자면 과학에 대한 오개념이 적고 과학적 현상을 있는 그대로 관찰하고 표현하기 때문에 새로운 개념 형성에는 더 효과적이라고 할 수 있다. 반면에 지적 능력이 매우 뛰어나고 과학에 대한 선행 학습이 되어 있는 학생들은 실험에서 나온 결과 값을 그대로 적는 것이 아니라 머리에서 계산한 이론 값을 적는 경향이 많아 오히려 과학적 개념 형성에 방해 요소로 작용하는 경우도 있다.

본 연구는 2008년에 지도한 1학년 남녀 혼합반 1개반(37명)과 2011년에 지도한 2학년 남녀혼합반 1개반(37명)을 선정하여 과학의 올바른 개념 형성과 과학적 태도 변화를 중심 과제로 정하였다.

4 연구 방법 및 절차

‘소리와 파동’은 7차 교육과정에 처음으로 들어와서 교사와 학생 모두에게 생소하고 어렵게 느껴지는 단원이므로, 우리 생활 주변에서 쉽게 접할 수 있는 물건을 사용하여 소리의 개념을 이해할 수 있는 수업 모델을 제시하도록 노력하였다.

이러한 소기의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 방법으로 연구를 시행하였다.

가. 7차 교육과정에 의한 과학 교과 ‘소리와 파동’에 대한 오개념을 조사하여 수업 설계 시 중점 지도 사항으로 정한다.

나. 교과서 분석을 통해 기존의 수업 모형을 조사한다.

다. 다양한 방법이 결합된 새로운 수업 모형을 고안한다.

라. 기존의 수업 모형과 새로운 수업 모형을 학습 현장에 적용한다.

마. 수업 처치 전과 후에 실시한 학생 설문조사를 통해 기존 수업 모형과 새로운 수업 모형의 효과를 비교 분석한다.

바. 분석한 자료를 토대로 결론을 도출하여 보고서를 작성한다.

또한 연구를 효율적으로 수행하기 위하여 다음과 같이 단계별로 기간을 정하여 계획적으로 연구를 시행하였다.

단계	기간	비고
기존의 수업 방법 분석	2011.1 ~ 2011.2	교과서 분석 및 인터넷 자료 조사
연구 계획서 작성	2011.3	
실험 설계 및 모형 제작	2011.4	검증을 통한 모형의 수정
수업 적용 및 검증	2011.5 ~ 2011.8	공개수업을 통한 동료 평가
연구보고서 작성	2011.9	

IV 주제 해결을 위한 실천 과정

1 학생 오개념 조사

많은 학생들은 음의 고저와 음의 세기가 다른 개념이라고 알고는 있으나 정확히 차이를 이해하고 있지 못하다. 음의 고저와 음의 세기가 어떻게 다른지에 대한 설명과 면담 내용을 보면, ‘고음은 가늘고 고운 소리’이며 ‘큰 소리는 굵고 시끄러운 소리 또는 멀리 까지 전달되는 소리’라고 이해하고 있다. 즉, 실제 음의 고저와 세기의 구분을 정확히 이해하지 못함을 드러낸다. 또한 면담을 통해 드러난 학생들의 생각을 보면 고음을 낼 때 에너지가 많이 든다와 같이 음의 고저 이해를 발성 경험에 비추어 설명하는 경향이 있으며, 구체적인 상황에서 진동수와 음의 고저를 연관시키는데 어려움을 드러낸다.

학생들은 음의 고저와 강약 등에 대한 특성에 대해서 진동수와 파의 세기 등과 같은 개념을 통해 이해하고 문제를 해결하려고해보다는 주변 상황에 초점을 맞추거나 자신의 발성 경험 등에 근거하여 이해하려는 경향이 있다.

2 기존의 수업 모형 조사

가. 소리의 높낮이와 세기

- 종이 상자에 고무줄을 감고 고무줄을 통겨 소리를 들어 본다.[디딤]
- 유리잔 또는 빈 병에 물의 양을 각각 다르게 넣고 막대기로 가볍게 쳐서 소리 비교, 크기가 다른 음료수병을 불어서 소리내기 [교정]
- 빨대의 길이에 따른 소리 비교하기 [교강][블랙]
- 큰 북, 작은 북 비교하기 [블랙]
- 소리굽쇠를 세게, 약하게 친 후 소리를 듣고 수면에 대어보기 [금성]
- 실전화기 만들어 실 길이, 실을 튕기는 세기 조절하기 [두산]
- 악기를 이용한 소리의 높낮이, 세기 비교하기 [동화][블랙][디딤]
- 책상 끝에 플라스틱 자를 놓고 진폭, 진동수를 변화시키면서 비교하기 [지학][디딤][금성]

나. 소리의 음색(맵시)

- 악기를 이용한 소리의 맵시를 비교하기 : 멜로디언, 북, 리코더 [동화]
- 오실로스코프로 플루트의 소리와 바이올린의 소리 비교하기 [교강]

다. 소리를 보는 장치

- 소리에 따라 반사된 빛의 변화를 관찰하면서 음파의 모습을 확인, 레이저 광원, 플라스틱 관, 작은 거울, 접착테이프, 고무 밴드, 가위, 철제 스탠드, 여러 가지 목소리[동화][블랙][디딤][교강]
- 레이저, OHP필름, 회전 거울(전동기, 거울), 나무 도막, 전원 장치, 은색 포장지, 양쪽이 뚫린 플라스틱 원통, 모눈종이, 스탠드, 테이프, 받침대 [대일]
- 레이저, 소리굽쇠, 거울 [금성][교정]
- 레이저, 라디오, 작은 거울 [두산]
- 햇빛, 고무풍선, 가위, 플라스틱 관, 고무줄, 거울 조각, 접착제, 여러 가지 목소리 [지학]
- 비닐로 그릇 위를 덮은 다음 비닐 위에 소금을 뿌리고 큰 소리를 내어 보기 [블랙]

라. 소리의 파형관찰

- 컴퓨터의 파형분석기 프로그램을 이용하여 소리 파형 관찰하기 [금성]
- 컴퓨터의 녹음기 프로그램을 이용하여 소리 파형 관찰하기 [동화]
- 컴퓨터를 이용하여 소리굽쇠의 소리 파형 관찰하기 [디딤]
- 컴퓨터를 이용하여 간단한 악기의 소리 파형 관찰하기 [교정]
- 오실로스코프로 큰 소리와 작은 소리, 높은 소리와 낮은 소리 비교하기 [교강]
- 소리굽쇠의 큰 소리와 작은 소리, 높은 소리와 낮은 소리 비교하여 소리의 파형을 분석 [대일]

3 수업 설계

소리도 파동의 일종이므로 소리의 크기와 진폭과의 관계, 소리의 높낮이와 진동수와의 관계, 남녀의 소리 맵시의 차이를 보고, 듣고, 느끼기 위하여 소리와 관련된 다양한 실험을 결합한 수업 모형을 개발한다.

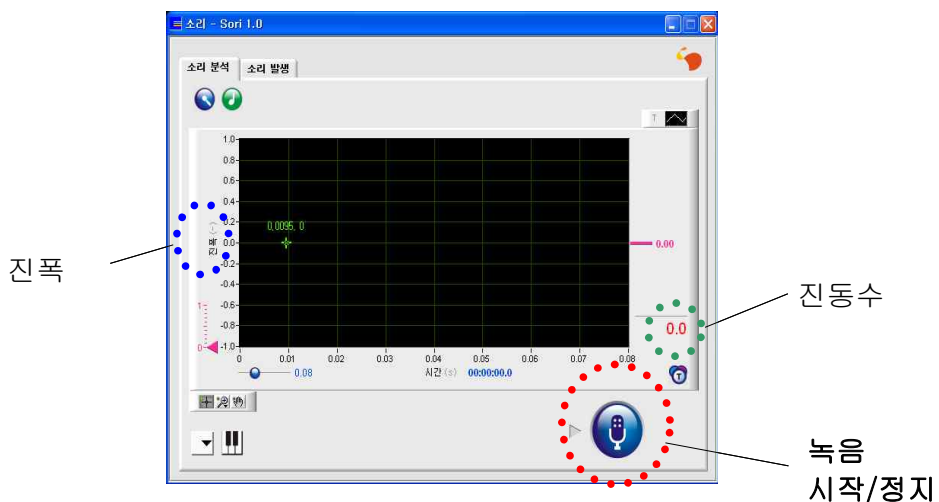
가. 기타를 치면서 소리의 높낮이와 진동수와의 관계 이해



나. 난타를 통해 소리의 크기와 진폭과의 관계 이해하기



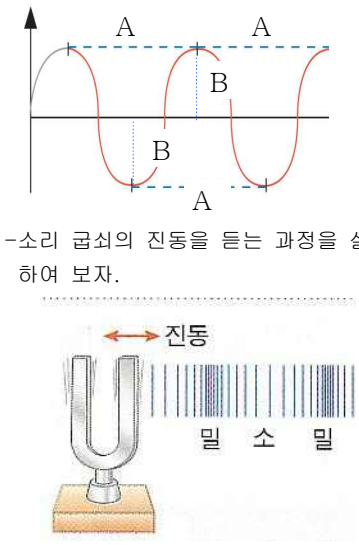
다. 소리프로그램을 통해 소리의 맵시 이해하기



4 새로운 수업모형

가. 본시 수업 지도 계획서

소리의 공감각적 이해					
교과명	과학	학년/학기	1학년/ 1학기	차시	4/8
주제	높은 소리와 큰 소리는 다르다			수업 형태	협동학습
학습 목표	1. 높은 소리와 낮은 소리의 차이점을 파동으로 설명할 수 있다. 2. 큰 소리와 높은 소리의 차이점을 파동으로 설명할 수 있다.				
준비물	노트북, 헤드셋 컴퓨터용 마이크, 소리굽쇠 4종 set, 헬륨 풍선, 소리 프로그램				
학습 단계	학습 과정	교수-학습 활동		자료	시간
		교사	학생		
도입	선수 학습	- 인사한다. - 선수학습 내용을 확인한다. -PPT를 이용하여 이전 차시에 수업한 내용을 확인한다. -그림에서 파동의 진행 모습을 보면서 파동의 종류를 분류하여 보자 (1) ()파 (2) ()파 -그림에서 파동의 부분 명칭을 말하여 보자.	인사한다. 선수 학습 내용을 상기 시키며 질문에 대답한다. - (1) 종파, (2) 횡파 - A(파장), B(진폭)	PPT 자료	3분

		 -소리 굽쇠의 진동을 듣는 과정을 설명하여 보자.	-소리굽쇠 진동 → 공기 진동 → 귀의 고막 진동		
전개	본시 학습 주제 소개	● 학습 목표를 제시한다. -이번 시간에는 사람, 소리 굽쇠, 기타, 난타 등의 소리를 컴퓨터 프로그램으로 분석하여 소리의 3요소인 크기, 높이, 맵시에 대하여 알아보도록 하겠습니다. ● 수업의 흐름에 대해 설명한다. 활동1 - 소리프로그램 활용하여 소리 맵시 비교 활동2 - 기타를 활용한 음의 높이와 진동수 관계 활동3 - 난타를 활용한 음의 세기와 진폭 관계 다 함께 해보기 - Donald Duck' 효과	-PPT 자료를 보면서 학습 목표를 이해한다. -교사의 설명을 경청한다.	PPT 자료	1분
				PPT 자료	1분

	집 단 활동	● 집단 탐구활동을 실시하도록 지도한다. -순회하면서 각 부스별 전문가가 역할을 훌륭하게 수행하는지 확인하고 지도한다. <활동1> 소리프로그램  <활동2> 기타  <활동3> 난타  ● 헬륨가스로 도날드 덕 실험을 실시하도록 한다. <다함께 해보기> 헬륨풍선 	각 부스별 전문가의 도움을 받아 3가지 실험을 실시한다. -자리를 이동할 때는 질서 있고 신속하게 이동하도록 한다. -남학생과 여학생이 같은 음(솔)을 내면서 소리를 녹음하도록 한다. -기타 줄의 진동수와 소리의 높이 관계를 관찰한다. -난타를 두드리는 세기와 난타 위의 물, 과자 등의 움직임 관계를 관찰한다. -헬륨 풍선에 빨대를 꽂아 헬륨 가스를 소량 흡입한 후 '안녕하세요'라고 인사말을 한다. -목소리의 변화를 관찰하여 기록한다.	학생 활동지, 노트북, 헤드셋, 부스별 실험 세트 헬륨 풍선, 빨대	30분
--	----------------------	--	--	---	------------

발전		● 자신의 목소리와 녹음기 목소리의 차이에 대하여 생각해 보도록 한다. ● 금관악기의 모양을 보고 소리의 높이를 예상하여 보도록 한다. ● 스피커에서 나오는 소리의 진동수에 따라 그려지는 모래의 무늬를 감상하도록 한다.	-동영상 자료를 통해 자신의 목소리와 녹음기 목소리의 차이를 이해한다. -동영상 자료를 통해 음의 높이를 예상하고 소리 자료를 통해 확인하도록 한다. -동영상 자료를 보면서 소리의 진동수에 따른 고유의 무늬를 모래를 통해 이해하도록 한다.	동영상 자료	5분
정리 및 차시 예고	탐구 내용 정리	● 학생 활동 순서에 맞추어 결과를 분석하여 의미를 이해하도록 지도한다. ● 확인학습 문제를 제시한다. ● 다음 시간에 배울 소리의 반사와 굴절에 대해 안내한다.	-활동지를 보면서 실험 결과에 대한 의미를 해석한다. -확인 학습 문제를 풀면서 학습 목표에 도달하도록 노력한다.	PPT 자료 PPT 자료	3분 2분

나. 학생 활동지 I

A. 예비 실험

1. 길이가 다른 소리굽쇠를 고무망치로 두드려 보자.

(1) 소리굽쇠의 길이와 음의 높이와는 어떤 관계가 있는가?

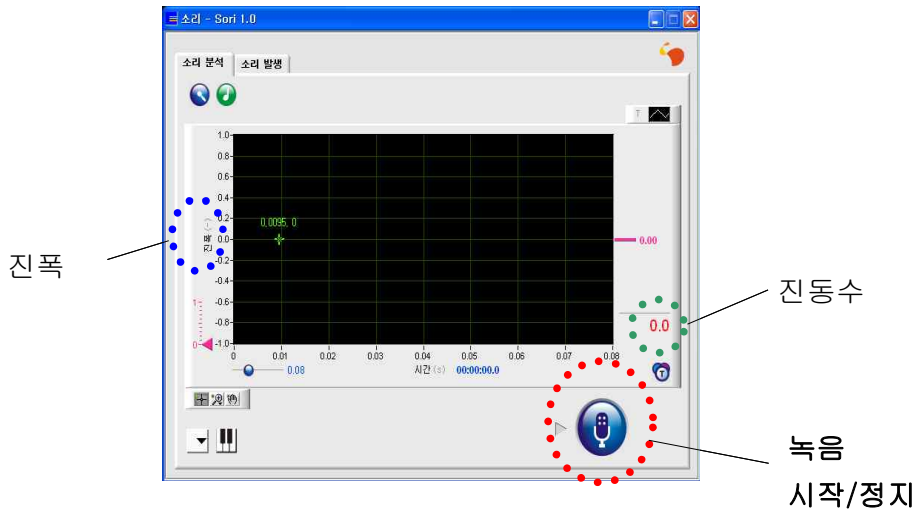
(2) 소리굽쇠의 진동을 손으로 느껴 보자.
소리굽쇠의 길이와 떨림의 정도는 어떤 관계가 있는가?



B. 소리프로그램으로 실험하기

1. 소리굽쇠의 소리 분석

(1) 컴퓨터 바탕화면에 있는 소리프로그램(Sori)을 실행하여 [소리 분석] 화면을 띄운다.



(2) 마이크 모양의 ‘녹음 시작’ 버튼을 누른 후 소리굽쇠의 길이가 긴 것부터 차례로 고무망치로 두드리 파형이 안정되면 ‘녹음 시작’ 버튼을 다시 한 번 눌러 녹음을 멈춘다.

- **주의사항** : 소리굽쇠마다 진동수가 다르므로 실험이 끝난 소리굽쇠는 진동을 멈춘 후 다른 소리굽쇠를 진동시켜 위의 과정을 반복한다.

(3) 정지된 화면을 화면캡처(Alt + Prt Sc)하고 바탕화면의 각 조 파일 중 (소리굽쇠.hwp)에 붙여 넣기(Ctrl +V)하여 저장한다.

(4) 저장된 파일을 보면서 다음 표의 빈칸을 완성한다.

소리 굽쇠의 길이(cm)	소리 파형의 진동수	소리 높이(순위)
14.5		
13.0		
12.0		
10.5		

(5) 소리굽쇠의 길이에 따른 진동수와 음의 높이와는 어떤 관계가 있는가?

2. 남학생과 여학생의 목소리 비교하기

- (1) 소리프로그램(Sori)을 실행하여 [소리 분석] 화면을 띄운다.
- (2) 개인별로 ‘술’음을 약 3초간 일정하게 내어 목소리를 녹음하고, 정지된 화면을 캡처하여 바탕화면의 지정된 조별 폴더에서 목소리 모음파일에 저장한다.
- (3) 저장된 파일을 보면서 다음 표의 빈칸을 완성한다.

목소리의 주인	진동수(Hz)	소리의 맵시

- (4) 남학생과 비교하여 여학생의 목소리의 특징을 이야기 해보자.

다. 학생 활동지 II

1. 기타를 관찰하여 줄의 굵기를 비교한다.
2. 기타 줄을 차례로 튕겨 본다. 줄의 굵기에 따라 소리는 어떤 차이가 있는가?
3. 기타의 가장 굵은 줄과 가장 가는 줄을 동시에 튕겼을 때, 진동하는 모습에는 어떤 차이가 있는가?
4. 이 실험을 통해 알게 된 사실을 간단하게 적어 보자.
 - (1) 기타 줄의 굵기와 소리의 높이 사이의 관계 :

(2) 기타 줄의 길이와 소리의 높이 사이의 관계 :

* 기타

1. 기타 잡는 법 : 왼손(넥을 잡음), 오른손(울림 구멍에서 줄 튕김)
2. 기타 줄의 음 : 위의 굵은 줄부터 미 → 라 → 레 → 솔 → 시 → 미

※기타(Guitar) 각 부분의 명칭



라. 학생 활동지 III

1. 북을 막대로 가볍게 또는 세게 두드리고 진동을 손으로 느껴 보자. 그 느낌의 차이를 적어 보자.

2. 북 중앙에 물, 과자(조리퐁)를 차례로 놓고 북을 치는 세기에 따라 물, 과자(조리퐁)의 진동이 어떤 차이를 나타내는지 관찰하여 기록하여 보자.

3. 이 실험을 통해서 알게 된 사실을 간단하게 적어 보자.

- (1) 북소리의 세기와 진폭과의 관계 :
- (2) 북소리의 세기와 물방울, 과자의 움직임과의 관계 :



마. 발전 학습 자료

1. 내 목소리

실제 목소리와 녹음된 목소리가 다르게 들리는 이유에 대하여 알아본다.

- 남자의 성대의 진동을 내시경으로 보여주는 동영상 자료와 전문가의 설명
- 한국교육과정 평가원 > 학습 자료 > 소리를 눈으로 보자 동영상 자료 중



2. 금관악기

: 금관 악기 중 트럼펫, 트롬본, 호른, 튜바 등 악기의 부피와 소리의 높이와의 관계를 이해한다.(50')

 ▶ 탐지함 ▶ 트럼펫(소리) ▶ 금속제의 관으로 된 금관악기. ▶ 관악기, 악기의 종류와 분류, 트럼펫, 금관악기	 ▶ 탐지함 ▶ 호른(소리) ▶ 발본서의 금관악기, 현대 오케스트라에서는 중음역(中音域) 악기의 하나로 호른이라고도 한다. ▶ 관악기, 호른, 악기의 종류와 분류, 금관악기	 ▶ 탐지함 ▶ 트롬본(소리) ▶ 금속제의 관으로 된 금관악기, 관악악기, 관악악기의 관악악기이며 관악악기를 하고 있고 재즈나 포퓰러에서는 아름다운 음으로 연주되고 있다. ▶ 관악기, 금관악기, 악기의 종류와 분류, 트롬본	 ▶ 탐지함 ▶ 튜바(소리) ▶ 발본악기가 발명하는 저음역 금관악기, 금관악기 중에서 가장 큰 악기로의 소리가 높다. ▶ 관악기, 금관악기, 악기의 종류와 분류, 튜바
트럼펫	호른	트롬본	튜바

- 참고 : 네이버 백과사전 > 금관악기 > 사운드(4)

3. 모래예술

: 스피커의 고유 진동수에 따라 가는 모래가 나타내는 무늬의 예술(1' 52')



바. 확인학습 자료

1. 그림과 같이 물이 담긴 컵을 나무젓가락으로 두드릴 때, 가장 높은 소리가 나는 컵의 특징은? 그렇게 생각하는 이유는?

→ 물이 가장 적게 담겨 있는 컵, 질량이 적어서 진동이 잘 일어나기 때문



2. 같은 높이의 음이라도 피아노 소리와 기타 소리가 다르게 들리는 이유는 무엇일까요?

→ 각 악기가 만드는 파형이 다르기 때문이다.

3. 벌은 1초에 약 200회 날갯짓을 하고, 모기는 1초에 약 250~500회 날갯짓을 한다고 한다. 누가 더 높은 소리를 내는 것일까?

→ 모기

4. 소리의 세기는 무엇에 의해 결정되는가?

→ 파동의 진폭

5. 소리의 높이는 무엇에 의해 결정되는가?

→ 파동의 진동수

6. 소리의 3요소는 무엇인가?

→ 소리의 높이, 세기, 맵시

V 주제 해결의 현장적용 성과 검증

1 연구 결과 및 해석

가. 사전 학생 설문지 분석 결과

문항5(소리높이)	정답	오답	무응답
남학생	10	82	8
여학생	5	85	10

문항6(소리크기)	정답	오답	무응답
남학생	18	75	7
여학생	20	71	9

많은 학생들은 음의 고저와 음의 세기가 다른 개념이라고 알고는 있으나 정확한 차이를 이해하고 있지 못하다는 것을 알 수 있다. ‘고음은 가는 소리’이며, ‘큰 소리는 시끄러운 소리’라고 이해하고 있다. 학생들은 음의 고저와 강약 등에 대한 특성에 대해서 진동수와 진폭의 크기 등과 같은 개념을 통해 이해하고 문제를 해결하려하기 보다는 주변 상황에 초점을 맞추거나 자신의 발성 경험 등에 근거하여 이해하려는 경향이 있다.

문항9(파동요소)	정답	오답	무응답
남학생	85	12	3
여학생	70	25	5

문항10(소리파동)	정답	오답	무응답
남학생	60	38	2
여학생	45	52	3

학생들은 파동의 표현으로서 파장, 진폭, 진동수 등에 대한 정보로서의 지식은 비교적 잘 갖추고 있으나, 소리를 파동으로 이해하는 데는 어려움을 보이고 있다.

나. 사후 학생 설문지 분석 결과

문항5(소리높이)	정답	오답	무응답
남학생	70	25	5
여학생	70	27	3

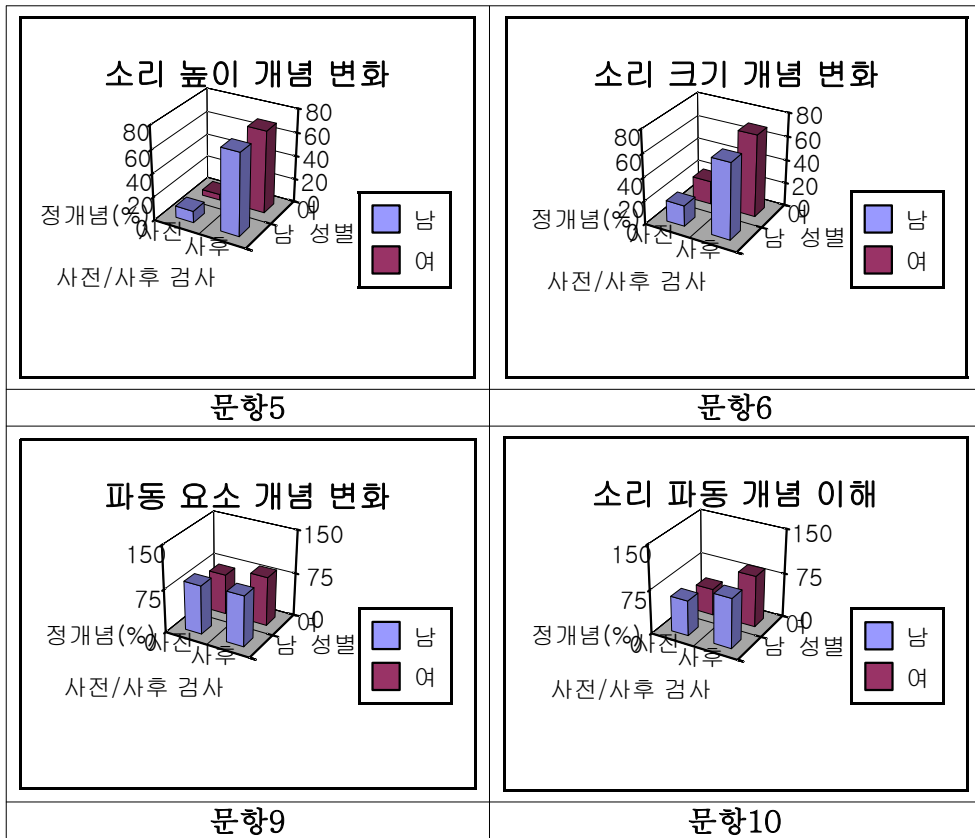
문항6(소리크기)	정답	오답	무응답
남학생	65	30	5
여학생	70	27	3

문항9(파동요소)	정답	오답	무응답
남학생	88	9	3
여학생	85	13	2

문항10(소리파동)	정답	오답	무응답
남학생	85	13	2
여학생	87	11	2

대부분의 학생들이 높은 소리는 파동의 진동수가 크기 때문이며, 큰 소리는 파동의 진폭이 크기 때문이라는 과학 개념 형성에 성공한 것을 볼 수 있다.

다. 사전/사후 학생 설문지 비교 분석



본 연구는 다양한 감각을 사용하는 교수방법이 중학생의 과학적 개념변화에 미치는 효과를 밝히고 학생의 반응 유형을 분석해 보는 데 그 목적이 있다. 연구를 통해 밝혀진 것을 요약하고 논의하면 다음과 같다.

첫째, 다양한 감각을 이용한 교수방법이 중학생의 소리에 대한 개념변화에 효과가 있는지를 알아보기 위해 다양한 감각을 이용한 교수방법 적용 전후에 실시한 사전/사후검사에서 나타난 학생들의 반응을 정개념, 오개념, 무응답으로 나누

어 그 비율을 살펴보았다. 그 결과 사전검사에서는 학생들이 거의 정개념 형성이 이루어지지 않은 것으로 나타났다. 그러나 사후검사의 결과 학생의 정개념 비율이 높게 나타났다.

한편, 사전/사후검사 정오반응의 빈도분석의 결과, 사전검사의 모든 문항에서는 남학생의 평균 정답률이 여학생들의 평균 정답률보다 유의미하게 높다. 남학생과 여학생의 성취도에 영향을 미치는 요인으로 물리 관련 경험과 태도가 제안되고 있다.(장경애, 1993) 즉, 남학생들이 놀이, 운동 등과 관련하여 움직이는 것에 대한 다양한 경험 때문에 여학생들보다 성취도가 높게 나타난 것으로 해석할 수 있다. 반면에 사후검사에서는 남학생과 여학생의 평균 정답률이 차이가 좁혀졌는데, 이러한 결과를 해석할 수 있는 한 가지 방안은 여학생들의 성실한 수업 태도나 집중력으로 인해 성취도가 높게 나타났다고 해석하는 것이다.

둘째, 학생의 소리에 대한 개념변화에 있어서 다양한 감각을 활용한 교수방법의 효과를 알아보기 위해 사전/사후검사에서 나타난 학생들의 반응을 각 문항별로 범주화하여 그 반응의 유형을 분석하였다. 사전검사에서 나타난 학생들의 반응을 무응답이거나 정개념과 무관한 피상적인 것이 주를 이루었으나, 사후검사에서는 전 문항에 있어서 오개념이라 할지라고 정개념에 근접한 용어를 사용하였으며, 무응답의 비율이 전체적으로 낮아져 학생이 적극적으로 응답하려는 노력을 보였다고 할 수 있다.

이상에서 살펴 본 결과에 의하면, 다양한 감각을 활용한 교수방법이 학생의 소리에 관한 개념변화 학습에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있으며, 남학생보다 여학생에게 그 효과가 더 높게 나타난다고 할 수 있다.

2 연구의 기대 효과

본 연구를 통해 다음과 같은 소기의 목적을 달성할 수 있을 것이다.

- 가. 소리에 대한 다양한 실험을 통하여 소리의 성질을 입체적으로 느낄 수 있으며, 소리의 크기와 진폭과의 관계, 소리의 높이와 진동수와의 관계 등을 쉽게 이해할 수 있다.
- 나. 기존의 전통적인 실험 방법에서는 지원되지 않는 것으로 소리파동을 학습하는데 파형을 눈으로 관찰하고, 그 파형을 귀로 직접 듣게 되는 멀티미디어 학습을 가능하게 하는 장점을 제공한다.
- 나. 다양한 인지 수준을 지닌 학생들의 학습욕구를 동시에 충족시키기 위한 수

업 모형을 제시함으로써 다수의 학생들이 학습목표에 도달될 수 있어 과학에 대한 흥미와 자신감을 동시에 충족시킬 수 있을 것이다.

다. 일선 교사들에게는 다양한 수준의 학생들의 학습 욕구 충족을 위한 새로운 수업 모형 개발에 자극제 역할을 할 수 있을 것이다.

라. 본 연구에서는 우리 생활 주변의 현상들이 실험 소재가 됨으로써, 학생들이 우리 생활 주변의 현상들에 대한 관심을 높이고 이를 탐구적으로 해석하려고 하는 습관을 기를 수 있을 것이다.

3 결론 및 제언

연구를 통해 밝혀진 것에 의한 연구의 결론은 다음과 같다.

다양한 감각을 활용한 교수방법은 학생의 소리에 관한 개념변화에 효과적인 접근이라고 할 수 있다. 학생은 본성상 과학자적 성향을 지니고 있기 때문에 과학 개념변화 교육에 있어서 학생들에게 피상적이고 단편적인 지식이나 정보를 제공하여 수동적으로 암기하기를 강요하기 보다는 학생들에게 다양한 감각을 활용하여 직접적인 경험의 기회를 제공하고, 선개념에 오류가 발견되면 학생 스스로 인지갈등의 과정과 또래와의 상호작용을 통해 이를 해소함으로써 인지구조의 재구조화를 유도하는 방법의 적용이 요구된다.

또한, 다양한 감각을 활용한 교수방법이 여학생에게 효과가 더 크다. 학생은 주변 환경에 대해 스스로 관찰하고 판단한 결과 형성한 선개념을 가지고 있으며, 새로운 개념을 획득하고 이해하기 위해서 이미 획득하고 있는 선개념을 바탕으로 하여 또래와 교사에 의한 도움을 통해 사고를 재구성해 가면서 안정적이 개념을 획득하게 된다. 따라서 중학생의 과학교육에 있어서 다양한 감각을 활용한 교수방법에 대한 효율적인 방법의 모색과, 학생의 선개념에 기초한 교수방법 그리고 학생의 발달수준에 적합한 과학개념 및 그에 대한 교수모형에 대한 실제적이고 구체적인 후속 연구가 필요하다.

<학생 설문지>

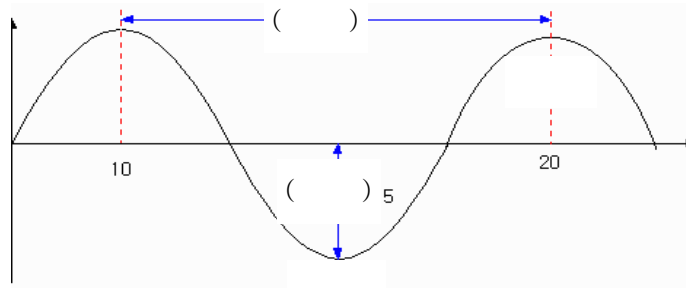
2학년 1반 (남학생, 여학생)

여러분의 생각을 솔직하고 성실하게 써 주시기 바랍니다.
(단, 성별만 구별하고 이름은 쓰지 않습니다.)

1. 과학이 어렵다고 생각하는 이유는?
2. 눈에 보이지 않는 물리량을 쉽게 이해하는 방법으로 가장 좋은 것은?
 - 1) 모형을 사용한다.
 - 2) 그림을 사용한다.
 - 3) 효과(결과)를 통해 간접적으로 이해한다.
3. 소리는 눈에 보이지 않는다. 소리의 성분은 무엇일까?
 - 1) 입자
 - 2) 파동
4. 소리를 쉽게 느끼는 방법은 무엇일까?
 - 1) 대화를 통해
 - 2) 악기 연주를 통해
 - 3) 컴퓨터와 같은 첨단 장비로
5. 고음과 저음의 차이점은 무엇이라고 생각하는가?
 - 1) 소리의 굵기 차이
 - 2) 소리의 진동수 차이
 - 3) 소리의 진폭 차이
6. 큰소리와 작은 소리의 차이점은 무엇이라고 생각하는가?
 - 1) 소리의 고운 정도의 차이
 - 2) 소리의 진동수 차이
 - 3) 소리의 진폭 차이
7. 남자와 여자의 소리는 어떻게 다른가?
 - 1) 여자의 소리가 대체적으로 높다.
 - 2) 남자의 소리가 대체적으로 크다.
 - 3) 남자와 여자의 소리 색깔이 다르다.

8. 남자와 여자의 음색이 다른 이유는 무엇인가?

9. 그림은 파동을 구성하는 요소를 나타내고 있다. 각 부분의 명칭을 쓰시오.



10. 소리는 파동의 일종이며, 다양한 소리를 분석한 결과 소리에는 3요소가 있다는 것을 알게 되었다. 소리의 높이, 크기, 맵시 등이다. 이들은 각각 파동의 어떤 성질과 관련이 있다고 생각하는가?

- 1) 소리의 높이 - 파동의 ()
- 2) 소리의 크기 - 파동의 ()
- 3) 소리의 맵시 - 파동의 ()

<참고 문헌>

과학과 교육과정해설서

김경대, 김지나, 김광수, 한병래(2007) 예비 과학교사의 소리 파동 관련 오개념 분석, 새물리, 55(6): 397~408.

김경대, 김지나, 김중복. 소리파동 학습을 위한 컴퓨터를 이용한 실험과 전통적인 실험의 비교. 현장과학교육 3(1) pp5~12(2009년 2월).