科學敎育, 15, 19~43, 1998
Journal of Science education
15, 19~43, 1998

중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과운동 단원의 실험 체계 연구

강정우* · 강동식** · 임재린***

Investigation on the System of Experiment in Chapters of Force and Motion for the Level Science Education in the Middle School

Kang, Jeong-Woo · Kang, Dong-Shik · Lim, Jae - Rin

Abstract

The degree of difficulty of learning in the primary ten items of experiments (experiments in the chapter of force and motion) chosen in the eight kinds of middle school science-textbooks which are used in the 6th curriculum, and the necessity of level-study are analyzed.

Making science teachers an object of questions, a degree of interest of students and a view of science teachers for learning are inquired, the system of learning, the method of study and the secondary tools for study are proposed.

* 제주대학교 사범대학 교수
** 제주대학교 과학교육과 강사
*** 제주동중학교 교사

Putting these results of Investigation, the level-study, in order to induce an interest for sudents and develop student's ability, must be done, therefore the level-learning instruments and the standard of test are prepared.

Contents of learning in textbooks are analyzed according to the level of students and reconstructed, the various complementary tools of learning, the model of teaching and learning are developed and supplied.

In order to develop and preserve the desire of learning of various students at school, the study and training of teachers and the expansion of the related education facilities are needed.

Ⅰ. 서 론

세계화·정보화 시대를 주도하는 신교육 체제 수립을 위한 교육개혁의 틀은 '자율과 학습자 중심'에 있으며, 특히 학생의 능력, 적성, 필요, 흥미 등에 대한 개인차를 고려할 수 있게 수준별 교육과정을 도입하고 있다.[1~2]

정보화 사회에서는 학생들의 창의력과 조작적 사고력을 길러 사회에 능동적으로 대처할 수 있어야 하며, 이를 위해서는 과학교육에서 학습자 스스로 실험을 설계하고 수행할 수 있도록 지도 방법의 다양성이 요구된다. 제6차 과학과 교육과정에서도 학습 활동은 교과서뿐만 아니라 일상 생활 속에서 많은 소재를 선택하여 독창적이고 다양한 지적 가치를 생산하도록 요구하고 있다. 특히 단위 학교의 교육과정 결정 및 운영의 자율성이 주어지기 시작하였고 지역과 학교의 특성을 살리는 다양한 교육이 이루워지도록 하고 있다.

이러한 시대적 요구를 반영하기 위해 교육부에서는 현행 6차 교육과정에서도 수업 방법을 다양화한 수준별을 권장하고 있다. 여러 가지 수준별 교육과정 중에 과학과에서 요구하는 수준별 학습은 한 학급 내에서 소그룹 활동인 심화·보충형 수준별 수업을 하도록 하고 있다.

2001학년도 입학생부터 적용될 중학교 제7차 교육과정은 학생이 학습 수준에 따라 스스로 선택 결정할 수 있다는 것이 특징이다. 새로운 교육과정의 개발과 적용 모형을 연구하기 위한 과학과의 수준별 교육에 대하여 현장 연구 및 교원 연수가

과학교육연구회와 일부 고등학교에서 이루어지고 있다.[3~5] 그러나 중학교에서의 수준별 학습 지도에 대한 현장 연구와 교원 연수는 거의 없는 실정이다. 중학교 과학 교사들은 실제 현장에서 수준별 학습을 하고자 하여도 자료와 정보의 미비로 수준별 과학교육이 안되고 있는 것이 현실이다.

그러므로 교수·학습 방법을 다양화하여 창의성을 개발하기 위한 과학교육을 하기 위해서는 교육과정의 재구성과 탐구 방법에 대한 새로운 논의와 교원 연수 및 자료 보급이 절실히 필요하다고 하겠다. 중학교 1학년들은 초등학교에서 현상 중심의 과학교육에 익숙해 있다. 중학교에서는 이를 기초로 스스로 실험을 설계하고 탐구하여 개념을 일반화하는 개념 중심의 교육과정이다.

그렇지만, 중학교 과학교육은 실험과 탐구 활동 대부분이 교과서 중심으로 이루어지고 있다. 그러다 보니 스스로 탐구 소재를 찾는 능력이 부족하고 특히, 실험을 설계하고 일반화시키는데 많은 곤란을 겪고 있다. 이러한 점은 실험경시대회에서 단적으로 나타난다. 주제는 교과서에 나오는 실험이었으나 실험 재료를 달리하여 문제를 투여했을 때 대부분의 학생들이 실험을 조작하고 탐구를 수행하지 못한다[6]고 한다.

탐구 활동을 할 때 중·상위 학생들을 중심으로 실험이 설계되고, 운영되고 있음으로 하위 수준의 학생들은 학습에 흥미를 잃고 있다. 뿐만 아니라 실험기구 하나를 만지고 경험하는데 잠재적인 두려움을 갖고 있다.

그러므로 인지구조가 비슷한 학습자 그룹을 편성하여 학습자의 수준과 능력에 맞게 학습을 시켰을 때 학습 흥미를 찾을 수 있을 것이며, 이를 유지시키기 위해서는 다양한 학습 모형 및 학습 자료 개발이 필요할 것이다.

따라서 본 연구에서는 중학교 학습자 중심의 수준별 교육을 하기 위하여 현 6차 교육과정의 힘과 운동 단원 학습 개념 및 학습 곤란도를 분석하여 하위 수준 학생들의 학습 흥미를 높이고, 상위 학생들의 학습 욕구를 다양화하기 위하여 수준별 과학교육의 방법을 모색하고 학습 자료를 개발해 보려고 한다. 특히, 중학생들의 인지 능력과 정의적 능력을 고려하여 학습 곤란을 해소함으로써 과학에 대한 지속적인 흥미를 유지할 수 있도록 기본·공통 과정의 재구성 및 하위 과정의 개설과 학습 체계와 지도방법을 고찰하는데 주안점을 두었다.

본 연구에서 중학교 힘과 운동 단원의 주요 실험에 대하여 실험 목표 및 학

습 개념을 조사하여 학생들의 인지 수준에 따른 학습 곤란 요소를 조사하고, 현재 교육 현장에서 진행되고 있는 수준별 수업에 대한 교사들의 인식과 학습자의 흥미 및 제반 문제를 분석하여, 이를 바탕으로 다양한 수업 모형 및 자료 개발을 위한 연구 문제는 다음과 같다.

1) 주요 실험 항목에 대한 학습 목표와 개념 수준의 적절성 및 학습 곤란 요소는 무엇인가 ?
2) 수준별 수업에 대한 과학교사들의 학습 경험 및 학생들의 학습 흥미도는 어떠한가 ?
3) 과학과의 심화·보충형 수준별 학습 지도를 하려면 자료는 어떻게 구성해야 하는가 ?
4) 주요 실험 단원의 수준별 학습의 필요성 및 학습 체계와 지도 방법

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

본 연구에서는 중학교 과학 8종 교과서[7~14] 힘과 운동 단원에서 공통으로 나오는 주요 실험 10개를 선정하여 이에 대한 학습 과제를 이론과 실험을 연결하여 분석한 다음, 이를 기초로 학습 곤란을 해결하기 위한 하위 수준의 다양한 학습 방법을 제시하겠다. 특히, 현행 6차 교육과정의 8종 교과서를 분석하여 기본·공통 과정은 심도 있는 학습 과정으로 구성하며, 하위 과정은 중·하위 학생들의 학습 곤란을 조사하여 분석한 내용을 기초로 보충 학습을 위한 수업 방안과 이를 위한 교수·학습 자료를 구안 제시하겠다.

하위 과정의 개설과 운영은 한 학급 내에서 진행하는 것을 기준으로 삼았다. 학습 지도 과정은 한 학급 전체적으로 기초·공통 과제 후 보충, 심화과정의 하위 과정을 개설하여 학습자의 능력에 따른 다양한 학습 기회를 제공하도록 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 과학과 심화·보충형 수준별 학습 체계와 지도 방법의 구안은 학습자의 학습 능력을 고려한 차별화 된 학습에 중점을 두어 연구하였으며, Glaser의 수업모형에 기초한 수준별 학습체계에 의해 기본과정 설정 후 심화과정 및 보충과정의 학습지도 방법을 고찰하였다.

본 연구는 다음과 같은 절차에 의해 수행되었다.

1) 힘과 운동 단원의 이론과 실험 체계에 대한 학습 과제를 분석한 다음,
2) 주요 실험 제목 선정과 학생들의 학습 곤란도를 분석하고,
3) 교사들의 수준별 수업 경험 및 수업에 대한 학습 흥미도를 분석하며,
4) 수준별 수업에 대한 교사들의 지식 및 정보 이용 매체 등을 알아보겠다.
5) 그런 다음, 힘과 운동 단원 10개 실험 항목별로 심화·보충형 수준별 교육과정을 운영할 수 있는 학습 체계와 지도 방법을 제시해 보겠다.
6) 그리고 학생들의 학습 흥미와 학습 곤란을 연구자의 수업 경험과 동료 교사와의 협의 및 문헌 연구를 토대로 분석하여 수준별 학습을 위한 하위 과정을 재구성하겠다. 보충과정에서는 학습 흥미를 통한 학습 개념을 이해할 수 있는 수업 모형을 제시하고, 심화 과정은 중·상위 학생들의 학습 욕구를 유지 발전시키기 위한 교수-학습 방법을 제시해 보겠다.

중학교 과학 교사들의 수준별 학습에 대한 지식의 정도와 정보 습득 방법, 교수·학습 경험, 수준별 학습 시 학습자의 흥미도, 수준별 수업이 필요 여부와 수준별 학습을 하고자 했을 때 교육 현장에서 발생되는 문제점 등을 설문지법을 이용해 분석하였는데, 설문지는 연구자가 자체 제작한 총 20 문항으로 구성되었다. 이것을 1998년 3월 20일에 제주도 내 중학교 과학교사 100명에게 배부하여 3월 31까지 회수된 73부를 대상으로 하였다.

본 연구에서 과학과 심화·보충형 수준별 학습 체계와 지도 방법의 구안은 학습자의 학습 능력을 고려한 차별화 된 학습에 기초하여 아래에 그림 Ⅱ-1.과 같은 학습 체계도에 의해 수행되었다. 그림에서 알 수 있듯이 좌측에서 우측으로 갈수록 학습 내용이 많아짐을 나타내고, 아래에서 위로 갈수록 높은 학습 능력에 의한 심화·보충형 수준별 과정임을 나타낸다.

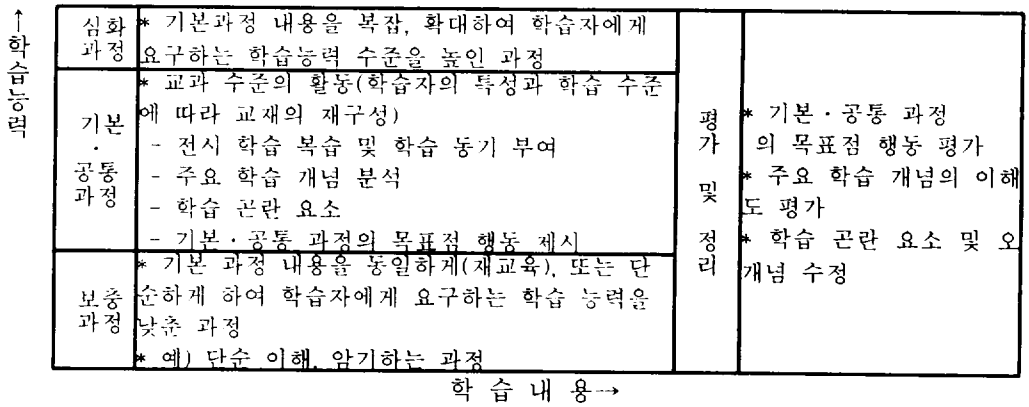

그림 Ⅱ-1. 본 연구에서의 심화·보충형 학습 체계도

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

중학 과학 힘과 운동 단원의 실험 수업을 심화·보충형 수준별 학습으로 하려면 교육과정은 어떻게 재구성하며, 기본과정은 어떻게 설정하고 심화·보충과정은 어떻게 구성하는 것이 바람직한가를 고찰하기 위하여 실험 항목에 관한 교수·학습 곤란도와 수준별 수업의 필요성, 수준별 수업에 대한 과학교사들의 인식도, 수준별 학습 체계 및 지도방법에 대해 알아본 결과는 다음과 같다.

1. 교수·학습 곤란도와 수준별 수업의 필요성

현행 6차 교육과정에 의한 8종의 교과서에 나오는 실험 형태는 교과서별로 제목은 약간씩 다르나, 실험 내용이 비슷한 것은 같은 실험으로 분류하였는데, 표Ⅲ-1.은 실험 제목에 따른 형태를 나타낸 것이며, A , B, C, 등은 출판사의 분류 기호(A:지학사, B:동아출판사, C:교학사(송인명 외), D:교학사(정창희 외), E:한샘, F:금성출판사, G:동화사, H:천재교육사)를 나타낸다. 그리고 '실'은 실험, '탐' 탐구, '자' 자료 해석, '토' 토론, '나' 나의 탐구, '관' 관찰, '야' 야외 학습, '시' 시범 실험, '조' 조사, '해' 해보기, '기' 기본 조작을 의미한다.

표 Ⅲ-1.에서 보는 것처럼 실험 내용이 같더라도 실험 학습은 여러 가지 방법으로 교수·학습할 수 있음을 나타낸다고 하겠다.

표 Ⅲ-1. 힘과 운동 단원의 교과서별 실험 형태

실 험 제 목	교 과 서							
	A	B	C	D	E	F	G	H
힘의 크기 측정	실	실	시	실		실		측
같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성	탐	실	시	실				실
나란하지 않은 두 힘의 합성	실	실	실	실	실	실	실	실
등속 운동	실		나	자		해	자	자
낙하 운동	탐	실		자		시	자	
빗면에서의 물체의 운동		실	실			실	실	자
관성의 법칙	탐		나	해		해		실
힘과 속력의 변화	실	실	실	실	실	실	실	실
힘과 운동 방향의 변화	실	실	실	실	실	실	실	실
진자의 주기 측정	실	실	실	실	실	실	실	실

또한 수준별 학습을 위한 학생들의 힘과 운동 단원의 실험 항목을 교수·학습할 때 겪는 학습 곤란도를 알아보면 표 Ⅲ-2.와 같다.

표 Ⅲ-2. 실험 항목에 대한 교수·학습 체계의 적절성

실 험 제 목	수업시수		학습 목표			개념 수준			학습곤란도		
	이론	실험	상	중	하	상	중	하	상	중	하
힘의 크기와 측정		1	●	●	●	●	●	○	●	●	○
같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성		1	●	●	●	●	●	◎	●	○	◎
나란하지 않은 두 힘의 합성	1	1	●	●	●	●	○	◎	○	◎	◎
등속 운동		1	●	●	●	●	●	●	●	●	●
낙하 운동	1	1	●	●	◎	○	◎	◎	○	◎	◎
빗면에서의 물체의 운동		1	●	●	◎	○	◎	◎	○	○	◎
관성의 법칙		1	●	●	●	●	●	●	●	●	◎
힘과 속력의 변화	2	1	●	●	◎	○	◎	◎	○	◎	◎
힘과 운동 방향의 변화		1	●	●	○	●	○	○	●	○	○
진자의 주기 측정	1	1	●	●	○	●	●	○	●	●	○
계	5	10	총 15시간								

학 습 목 표 : 적당 ● 보통 ○ 부적당 ◎
개 념 수 준 : 쉽다 ● 보통 ○ 어렵다 ◎
학습 곤란도 : 적음 ● 보통 ○ 많다 ◎

표 Ⅲ-2.에 나타난 결과를 분석해 보면 주요 실험 항목에 대한 학습 목표 및 학습 개념은 학습자에 따라 다양한 반응을 보인다. 학습자의 능력을 고려하지 않은 교수·학습은 상위 단계의 학습으로 갈수록, 특히 개념 중심으로 이동할수록 학습자는 더 심한 학습 곤란을 겪고 있음을 알 수 있다.

이러한 학습 곤란을 해소하고 학습 효과를 지속적으로 유지하기 위해서는 실험 항목의 내용을 재구성하여 기본과정을 설정하고 학생들의 능력에 따른 심화·보충형 수준별 교육을 할 필요가 있다고 하겠다. 표 Ⅲ-2.에 있는 실험별로 학습자들이 겪고 있는 학습 개념과 수준별 학습이 필요한 이유를 알아보면 표 Ⅲ-3과 같다.

표 Ⅲ-3. 주요 실험에 대한 학습 개념 및 수준별 수업이 필요한 이유

실험 제목	주요 개념	수준별 수업이 필요 이유
힘의 크기 측정	· 용수철의 길이 변화와 힘의 크기는 비례	· 실험 방법 다양화 및 개념의 일반화 · 탄성계수의 기초 개념 이해 · 그래프의 정량적 해석
같은 방향의 두 힘의 합성	· 힘의 효과에 대한 정량 적 해석 능력 배양 · 합력과 합성에 대한 개 념 이해	· 실생활 소재를 이용한 개념의 일반 화 및 구체적 조작 능력 신장 · STS 소재를 통한 인성 교육 함양 · 힘의 효과에 대한 해석 능력 배양

나란하지 않은 두 힘의 합성	· 나란하지 않은 두 힘의 합력의 크기 및 방향을 알 수 있다. · 평행사변형법 작도법을 이용한 합력 구하기	· 중, 상위 학생에 대한 탐구의 다양화 및 구체적 조작 능력 신장 · 하위 수준 학생들의 학습 곤란 해소 및 학습 흥미의 지속적 유지 · 힘의 평형 개념 정립
등속운동	· 자료 해석을 통해 등속 · 개념 및 그래프 작성을 통한 과학적 개념 이해 · 빠르기 개념 이해	· 중, 상위 학생에 대한 탐구의 다양화 및 후속 학습과의 연계성 고려 · 하위 수준 학생들의 학습 곤란 해소 및 학습 흥미의 지속적 유지 · 학습 목표 수행 방법의 다양화
낙하운동	· 자료 해석 능력 함양 · 일상 생활에서 운동 개념 이해.	· 상위 학생들은 실험 수행 능력 및 자료 해석 능력 미약 · 오개념 요소, 인지 갈등 요인 수정을 통한 학습 흥미도 유지[15~16]
빗면에서의 물체의 운동	· 힘과 속력 변화 · 평균 속력 · 시간기록계 사용법	· 시간 기록계 사용의 미흡 · 박자기 사용 시 실험 측정이 잘 안됨 · 자료 해석시 원리 이해 부족
관성의 법칙	· 관성의 개념 · 관성의 예 · 물체의 운동 상태 변화의 원인	· 물체의 관성 때문에 일어나는 현상에 대한 소재 이용 능력 배양 · 관성과 등속운동 개념 이해 · 오개념 요소, 인지 갈등 요인 수정
힘과 속력의 변화	· 힘과 속력의 관계 · 힘과 질량의 관계 · 등가속도 운동의 기초 개념	· 실험 수행 능력 및 결과 해석 능력 부족 · 실험 결과의 정량적 해석에 대한 학습 곤란도 나타남[17~25]
힘과 운동 방향의 변화	· 운동 방향과 질량 · 운동 방향과 자석의 세기 · 운동 방향과 힘의 세기와의 관계를 이해	· 물체의 운동 방향과 힘의 크기에 대한 학습 수준의 적절성을 분석 · 학생 능력에 맞는 수업 방법의 다양화를 통하여 학습 목표 및 개념 이해
진자의 주기측정	· 주기와 질량 · 주기와 진동수 · 주기와 진폭 · 주기와 진자의 길이 · 진자의 등시성 등	· 실험 설계 능력 함양 · 진자의 등시성 및 공진 현상 이해 · 실험 결과 해석 능력 함양 등 · 힘과 운동에 대한 오개념 수정 - 교재를 재구성하여 수준별로 제시

2. 수준별 수업에 대한 과학교사들의 인식도

중학교 과학교사들의 수준별 수업에 대한 지식의 정도와 정보 습득 방법, 교수·학습 경험, 수준별 학습시 학습자의 흥미도, 수준별 수업의 필요 여부와 현장의 문제점들을 설문 조사한 내용을 중심으로 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 수준별 수업 경험 및 학습 흥미도

힘과 운동 단원 수준별 수업에 대한 과학교사들의 인식과 학생들의 흥미도를 제주도 내 중학교 과학 교사 100명에게 설문지를 발송하여 조사하였다. 회수율은 73%로 응답 교사의 성별과 세부 전공은 표 Ⅲ-4.와 같다

표 Ⅲ-4. 응답교사의 성별과 세부 전공

성별 \ 전공	물리	화학	생물	지구과학	계(백분율 : %)
남	27	10	8	2	47(64.4)
여	4	11	10	1	26(35.5)
계(백분율 : %)	31(42.5)	21(28.8)	18(24.7)	3(4.1)	73(100)

교육개혁에서 요구하는 중학교 수준별 교수·학습 지도에 대한 중요성을 묻는 설문에 매우 중요하다 12명(남 10, 여 2), 중요하다 34명(남 18, 여 16), 보통이다 21명(남 15, 여 6), 그저 그렇다 6명(남 4, 여 2)이 응답하였다. 이로부터 수준별 교육의 중요성을 인식하는 과학 교사는 46명(남 28, 여 18)으로 남교사는 응답 남교사의 59.6%, 여교사는 응답 여교사의 69.2%를 보이고 있어 여교사들이 남교사보다 수준별 과학교육의 중요성을 더 인식하고 있다.

설문에 응답한 73명의 교사 중 65.8%인 48명의 교사가 수준별 수업에 대한 경험이 있었다고 응답하고 있는데, 교사들의 수업 경험의 빈도와 학생들의 흥미도를 알아보면 표 Ⅲ-5.와 표 Ⅲ-6.과 같다.

표 Ⅲ-5. 수준별 수업 경험 및 학생들의 흥미도

질문 \ 응답 유형		없음	1-2회	3-4회	5-6회	7회 이상	계
1) 수준별 교수 학습 자료의 개발 및 수업 경험은 ?	빈도(명)	25	32	8	4	4	73
	백분율 (%)	34.2	43.8	11.0	5.5	5.5	100

표 Ⅲ-6. 수준별 수업에 대한 학생들의 흥미도

질문 \ 응답 유형		매우 흥미롭다	흥미롭다	보통이다	재미없다	매우 재미없다	계
2) 수준별 학습에 대한 학생들의 학습 흥미 도는?	빈도(명)	4	23	19	2	0	48
	백분율(%)	8.3	47.9	37.6	4.2	0.0	100

표 Ⅲ-5.에서 보는 것처럼 현장 교사들은 수준별 학습에 대하여 상당한 관심을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 표 Ⅲ-6.에 의하면 수준별 수업에 대해 학생들이

흥미로워 한다고 응답한 과학교사는 수준별 수업 경험 교사의 56.2%를 차지하고 있어, 수준별 수업이 학생들에게 긍정적인 학습 흥미를 유발한다고 할 수 있다. 그러나 교사들의 수준별 학습의 경험은 1-2회인 교사가 43.8%인 것으로 보아 학교 현장에서 수준별 수업을 하는데 많은 제약이 있음을 알 수 있다.

2) 수준별 학습에 대한 교사들의 지식 및 정보 이용 매체

현장 과학교사들의 수준별 학습에 대한 정보 미용 매체와 지식의 정도를 알아보기 위해 설문 조사하였는데, 응답 교사들의 반응은 표 Ⅲ-7.과 같다.

표 Ⅲ-7. 수준별 학습에 대한 교사들의 지식의 수준

성별 / 지식의 수준	남교사 (%)	여교사 (%)	계 (%)
매우 많음	1 (2.1)	0 (0.0)	1 (1.4)
많음	1 (2.1)	1 (3.8)	2 (2.7)
보통이다.	28 (59.6)	12 (46.2)	40 (54.8)
다소 부족하다.	14 (29.8)	10 (38.5)	24 (32.9)
매우 부족하다	3 (6.4)	3 (11.5)	6 (8.2)
계	47(100)	26 (100)	73 (100)

표 Ⅲ-7.에서 알 수 있듯이 수준별 학습에 대한 지식의 정도를 묻는 질문에 남교사는 63.8%, 여교사는 50%가 수준별 학습에 보통 이상의 지식을 갖고 있다고 응답했다. 그러나 1996년 2월 9일에 신교육체제 수립을 위한 교육개혁 방안(Ⅱ)이 발표되고, 일선 교육현장에서 수준별 수업이 활발히 진행되고 있는 실정인데도 전체적으로 58.9%의 과학교사만이 일정한 지식을 갖고 있다는 것은 수준별 수업에 대한 정보 습득이 원활치 못하다고 할 수 있다. 과학교사들의 수준별 수업에 대한 정보 및 자료 이용 매체를 분석해 보면 표 Ⅲ-8.과 같다.

표 Ⅲ-8. 수준별 학습에 대한 정보 이용 매체

구 분	신문,TV	컴퓨터통신	동료 교사	연 수	자료를 얻지 못함	계
빈도(명)	4	5	19	26	19	73
백분율(%)	5.5	6.9	26.0	35.6	26.0	100

표 Ⅲ-8.에서 보는 바와 같이 일선 교사들의 수준별 수업에 대한 정보 습득 과정에는 방법의 제고가 필요함을 나타내고 있다. 표에 의하면 61.6%의 교사들이 동료 교사나 연수를 통하여 수준별 수업에 대한 정보를 얻고 있다고 했다. 그러나 연수 통한 정보 습득은 신문이나 통신에 비하여 정보 전달 효과가 떨어진다. 21세기

는 정보화 사회이므로 교육 현장의 교육정보화 사업이 수준별 교육의 성패를 좌우할 수도 있을 것이다.

또한 수준별 교수·학습을 위해 필요한 지원책을 묻는 질문에 응답 교사의 38.4%가 교사의 수업 경감 및 교원 확충이 필요하다고 응답했으며, 그 다음으로 국가 수준의 통일된 수준별 학습 자료의 개발 및 보급이 필요하다가 37.0%로 나타났다. 그리고 과학교사 양성 정책의 변화가 필요하다가 6.8%이다. 이 외에도 수업 시간 편성 자율권 부여 및 특별 교실의 확충 그리고 정밀한 실험 실습 기자재의 확충 순으로 응답하였다. 자기 주도적 학습 능력을 배양하고 학습자 중심의 다양한 교육을 위해서는 현장의 요구를 지원하는 정책적 배려가 뒷받침되어야 할 것이다.

3) 근무지별(도·농간) 교사들의 수준별 수업 경험도

도시지역 학교에 근무하는 과학교사들과 농촌지역 학교에 근무하는 과학교사들의 수준별 수업에 대한 경험을 위하여 설문조사한 결과, 도시 지역 44명, 읍 지역 23명, 면 지역 4명, 도서지역 2명, 총 73명의 교사가 설문에 응답하였는데,응답 교사의 65.8%가 수준별 수업에 대한 경험도를 갖고 있다. 이를 다시 도시 지역과 읍·면 지역(도서지역 포함)으로 나누어 분석해 보면 도시 지역에 근무하는 교사들의 63.6%, 농어촌 지역에 근무하는 교사들의 69.0% 과학교사들이 수준별 수업 경험이 있는 것으로 조사되었다. 도·농간에 큰 편차는 없었으나 시 지역 보다 읍·면 지역(도서지역 포함) 교사들의 수준별 수업에 대한 경험이 다소 높게 나타났는데, 남, 녀 교사별로 분석한 결과는 표 Ⅲ-9.와 같다. 이는 도시지역보다 농·어촌 지역의 교육 환경이 많이 개선되고 있음을 나타낸다고 하겠다.

표 Ⅲ-9. 근무지에 의한 과학교사들의 수준별 수업 경험도

구 분		실시		미실시		계	
		명	백분율(%)	명	백분율(%)	명	백분율(%)
시 지역	남	18	64.3	10	35.7	28	100
	여	10	62.5	6	37.5	16	100
	계	28	63.6	16	36.4	44	100
읍. 면(도서지역 포함)지역	남	13	68.4	6	31.7	19	100
	여	7	70.0	3	30.0	10	100
	계	20	69.0	9	31.0	29	100

4) 수준별 수업을 위한 교육과정의 편제와 평가 문제

과학과 수준별 수업을 위한 교육과정의 편제와 평가의 다양성을 묻는 질문에 응답한 내용을 분석하면 다음과 같다.

(1) 하위 수준의 학생들에게 과학 지식, 흥미, 태도 등을 유발시키는 교수·학습 방법으로 개발된 보조 학습 자료가 있다면 어떻게 활용하겠는가에 대해, 별도의 학습지(개발된 보조 자료)를 가지고 교사가 학생과 함께 탐구를 수행한다 54.8%(40명), 별도의 학습지를 투여하여 보조교사의 안내를 받으면서 학습한다 31.5%(23명), 학습지를 갖고 학생 스스로 해보게 한다 12.3%(9명) 순이었다.

과학교사들이 별도의 학습지를 하위 수준 학생들에게 투여하여 학생과 함께 탐구 활동을 함으로써 학습효과를 높이려고 한다는 것은 바람직하다고 할 수 있다.

(2) 수준별 탐구학습에 적당한 실험조의 구성 인원은 4명이 53.4%, 3명이 31.5%, 5명이 13.7%, 6명이 1.4% 순으로 과학교사들이 응답하고 있다. 그러므로 대부분의 과학교사들은 실험조의 구성 인원을 조당 3~4명이 적당하다고 보고 있는 것이다.

(3) 수준별 수업 시 보조 학습자료에 포함되어야 할 내용에 대해서 과학교사들은 실생활 소재를 중심으로 다양한 탐구 학습 주제의 예시에 61.6%, STS적 학습 요소에 대하여 16.4%의 교사가 추가 기술이 필요하다고 했으며, 탐구 주제에 대한 오개념 요소와 해결 방법에 대한 해설에 8.3%, 과학사 등의 읽을 거리의 다양화에 13.7%의 응답 교사가 필요하다고 하였다.

(4) 평가 방법에 대한 질문에는 45.2%의 교사가 수준별 평가는 환산표를 만들어 통합적으로 평가할 필요가 있다고 응답한 반면, 28.8%의 교사들은 점수에 의한 평가를 지양하고 과학인지 능력과 정의적 능력을 서술형으로 평가할 필요가 있다고 응답했다. 그러나 수준별로 평가해야 된다고 응답한 교사는 15.1%로 적게 나타났으며, 일률적으로 평가해야 된다는 교사는 11.0% 에 불과하였다. 이러한 응답 유형은 수준별 학습에 대한 평가는 국가 수준에서의 객관적인 환산표를 만들어서 평가를 하거나, 서술 평가가 바람직하다는 것을 나타낸다고 하겠다. 그러므로 평가에 대한 지속적인 연구와 더불어 평가에 대한 규정과 척도가 조기에 마련되어야 한다.

(5) 교육 개혁과 중학교 수준별 교수·학습 지도에 대한 중요성을 묻는 질문에 수준별 수업이 중요하거나 매우 중요하다고 응답한 교사가 63%, 보통이다라고 응답한 교사가 28.8%로 나타난 것으로 보아 현장 교사들은 수준별 수업에 대한 중요성은 인정하고 있다. 그러나 수준별 학습의 현장 적용에는 다소 부정적이었다. 국가나 지방 수준의 수준별 교수 학습 자료를 개발해서 일선 현장에 지원했을 때 수

준별 수업을 해 나갔는가? 라는 질문에 수준별 학습의 현장 적용에는 다소 부정적이었다. 지속적으로 해 나가겠다고 응답한 교사가 49.3%, 현 제도하에서는 불가능하다 35.6%, 잘 모르겠다 15.1%로 나타났다.

(6) 교육 개혁과 수준별 수업이 교육 현장에 정착되어 학습자 중심의 다양한 교육 활동이 이루어지기 위해서는 교육제도 개선과 교사들의 의식 전환이 요구된다. 설문에 응답한 73명(복수 응답 인정)이 교사들은 수준별 교육의 확대 및 정착을 위하여 다음과 같은 정책적 배려 및 지원 방안을 요구하고 있다.

첫째, 수준별 집단 구성원의 적정 인원수에 대한 문제이다. 설문에 응답한 73명의 교사 중 84.9%(남 39명, 여 23명)의 교사가 수준별 집단 구성원의 적정 인원수에 대한 문제를 지적했다.

둘째, 수준별 반 편성 시 교사의 선정 문제다를 6.8% (9명)의 과학교사가 제기하였는데, 수준별 학습은 하위 과정을 통하여 학습이 지속적으로 유지될 수 있다. 이를 위해서는 보통과정과 심화과정을 이수하는 하위 과정 학생들을 담당하는 전담 교사가 있어야 하며 기존의 과학교사들에게도 특별연수가 필요하고, 수준별 교수·학습에 관한 교육방법의 개발·보급이 수반되어야 할 것이다.

셋째, 수준별 반 편성에 대한 기준의 명확성과 평가의 타당성이다. (27명; 37.0%) 이에 대해서 국가 수준의 평가 척도가 개발되어야 할 것이며, 지속적으로 현장 적용을 통한 연구 개발이 선행되어야 할 것이다.

넷째, 교사의 수업 시수 경감과 교원 확보 (28명; 38.4%)와 특별 교실의 확충(6명; 8,2%)을 지적하고 있다. 과학 실험수업에서의 수준별 수업은 다양한 공간이 필요할 것이므로 시설의 확충과 교원 확보는 반드시 있어야 할 것이다. 그 외로 설문 조사한 내용을 분석해 보면, 다음과 같은 4 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 중학 과학 힘과 운동 단원 10개 실험 항목 각각에 대해 과학교사들이 주로 사용하는 교수·학습 방법으로는 일제식 교육으로 한다고 응답한 과학교사가 60% 이상이며, 개별화교육은 16%~26% 정도이고 수준별 교육을 한다고 응답한 교사는 8%~22% 정도로 조사되었다.

둘째, 주요 실험 항목에 대해 수준별 실험 실습 활동이 필요하다고 생각하는 실험 제목은 ① 나란하지 않는 두 힘의 합성, ② 빗면에서의 물체의 운동, ③ 힘과 속력의 변화, ④ 낙하운동 순으로 조사되었는데, 응답 교사의 62%~77% 교사들이 필요성을 인정하고 있다.

셋째, 수준별 실험이 필요없다고 응답한 교사들 중 그 이유를 분석한 결과, 나란

하지 않은 두 힘의 합성 실험과 진자의 주기 운동 실험은 중학교 수준에서 너무 어렵기 때문이고, 힘의 크기 측정 실험과 같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성 실험은 중학생의 지적 수준에는 전부 할 수 있는 실험이라고 응답하였다. 그 외 나머지 6개 실험 항목에 대해서는 해보기나 관찰, 자료 해석 등을 통하여 개념을 일반화시킬 수 있기 때문에 수준별 실험을 할 필요가 없다고 과반수의 응답 교사들이 의견 제시를 하고 있다. 그렇지만, 창의성 개발과 탐구력 배양을 위해서는 자기주도적 학습 능력을 키워야하며, 학습자의 능력과 수준에 맞게 다양한 교수·학습 방법은 있어야 할 것이다.

넷째, 교과서 내용과 학생들의 성취도 수준과의 관계에 대해서는 ① 나란하지 않은 두 힘의 합성, ② 낙하운동, ③ 빗면에서의 물체의 운동, ④ 힘과 속력의 변화 실험 항목은 상급 수준(80점 이상)에 적당하다고 과반수의 응답 교사들이 생각하고 있고, 나머지 6개의 실험 항목은 중급 수준(60~79점)이라고 보고 있다.

3. 수준별 학습 체계와 지도 방법

힘과 운동 단원 실험 항목에 대하여 학습 목표와 주요 개념 및 학생들의 학습 시 어려움을 지금까지 알아본 결과, 학습자의 학습 속도 및 학습 깊이에 따라 수준별 교수·학습이 필요하다고 할 수 있다.

그러므로 여기서는 중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과 운동 단원의 학습 체계와 지도 방법에 관해서 알아본 결과는 다음과 같다.

1) 힘의 크기 측정

힘의 크기 측정 실험의 학습 목표는 중학생들의 인지 수준에 적당하다고 할 수 있다. 그리고 8종의 과학 교과서에 제시된 활동 주제 및 학습 개념 역시 학습자의 인지 수준에 적당하다고 하겠다. 그러나 탐구 수행 결과 학습자들의 반응은 다양하게 나타났다. 그러므로 학습자의 학습 속도 및 학습 깊이에 따라 다양한 학습 자료를 투여하여 흥미를 유발할 수 있는 다양한 수준별 학습 전개가 필요하다. 수준별 학습 체계도에 의한 기본과정과 보충 및 심화과정의 실험은 표 Ⅲ-10.과 같이 제시해 볼 수 있다.[26]

특히 하위 과정은 기본 과정을 마친 후에 학습 속도에 따라 보통과정으로 물성이 같은 용수철을 직렬과 병렬로 연결하여 교과서 수준의 실험을 반복하게 하는

방법이 학습자의 개념 이해에 도움이 되었다.

또한 속진자 그룹은 학습 목표를 구체화하여 학습을 진행시키는 방법이 개념 발전에 도움이 되었는데, 예를 들면, '추의 수 대신 힘의 크기나 물체의 무게에 따른 용수철의 늘어난 길이는 어떨까?' 등으로 학습 목표를 구체화하였다. 이와 같은 실험 수행은 정성적이고 정량적으로 힘의 크기를 측정하는 원리를 이해하는데 도움이 되었다.

표 Ⅲ-10. 힘의 크기 측정에 대한 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 탄성계수, 무게, 힘의 크기에 대한 용수철의 길이 변화, 탄성계수가 다른 용수철의 길이 변화 비교, 용수철의 직렬 연결과 병렬 연결에 의한 힘의 크기 측정.	정리	-실험 결과 정리 -그래프 작성법 및 해석(정량적) -직렬 연결과 병렬연결 -실험을 통한 인성교육 유도
기본 과정	교과서 수준의 활동		
보충 과정	* 교과서 내용 반복, 탄성계수가 다른 용수철 길이 변화 비교, 탐구 주제의 다양한 예시		

2) 같은 방향의 두 힘

교과서 수준의 같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성에 대한 실험은 학생들은 학습 개념을 정성적으로 해석하는데 있어 학습 곤란은 크게 나타나지 않는다.

그러나 하위 수준의 학생들은 실험 설계 과정에서 학습에 곤란을 겪고 있다. 이런 학생들의 학습 곤란을 해소하고 상위 학생들의 심도 있는 학습을 위해서는 수준별 교수·학습 및 자료의 추가 투입이 필요하다고 본다. 교육과정을 재분석하여 학습자의 갈등 요인을 분석하고, 이를 토대로 두 힘의 합성 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도는 표 Ⅲ-11.와 같다.

표 Ⅲ-11. 두 힘의 합성 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 반대 방향의 두 힘의 합성, 두 힘의 평형, 실 생활에서 소재를 찾아 토의하기, 물체의 무게 중심을 어떻게 구할까 ?	정리	-이론치와 실험치의 차이점 -무게 중심 찾기 -실생활 소재를 이용한 인성 교육 함양 -힘의 효과 토의
기본 과정	* 교과서 수준의 활동 - 같은 방향의 두 힘의 합성		
보충 과정	* 교과서 내용 반복 후 반대 방향의 두 힘의 합 성, 실생활 소재를 이용한 STS 학습, 두 힘의 평형, 무게 중심 놀이		

3) 나란하지 않은 두 힘의 합성

나란하지 않은 두 힘의 합성 실험의 학습목표는 물체에 작용하는 두 힘의 방향이 나란하지 않을 때 합력을 구하는 방법을 알고 힘의 효과를 정성적으로 분석하기 위해서는 평행사변형에 대한 선개념 분석이 필요하다. 왜냐하면 하위 수준의 학생들은 실험 설계 및 구체적 조작 활동에 어려움을 나타내기 때문이다. 이와 같은 하위 수준의 학생들에게 성취 가능한 학습 동기를 부여하고, 학습 속도에 알맞은 적정 수준의 학습 자료를 투여하는 등의 수준별 학습이 필요하다. 그러므로 수준별 학습의 과정을 다음과 같이 할 수 있다.

첫째, 교과서 수준의 기본·공통 과제를 학습한 후 학습 수행 능력에 따라 교과서 내용을 반복하는 보충 과정이 필요하다.

둘째, 나란하지 않은 두 힘의 합력을 이론적으로 작도하고 그 결과를 발표한다.

셋째, 학습 속도가 빠른 학습자에게는 물체에 작용하는 두 힘의 사잇각을 달리하여 평행사변형법으로 합력을 구하고, 합력에 대한 개념을 이해하게 한다.

나란하지 않은 두 힘의 합성 실험에 대한 수준별 학습 체계도 표 Ⅲ-12.와 같다.

표 Ⅲ-12. 나란하지 않은 두 힘의 합성 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 물체에 작용하는 사잇각을 달리하면서 힘의 효과 조사 - 사잇각에 대한 힘의 효과 -. 같은 크기의 힘이 120° 로 작용할 때 힘의 효과 - 힘의 평형과 실생활 이용한 예를 찾아 토의하기	정리	- 사잇각에 따른 힘의 효과 분석 - 세 힘의 평형 - 실생활 이용 예 - 같은 방향, 반대 방향의 두 힘의 합력과 힘의 효과 비교
기본 과정	* 나란하지 않은 두 힘의 합성 - 교과서 수준 탐구 활동 및 평행사변형의 작도법		
보충 과정	* 교과서 내용 반복, 각도를 달리하여 실험		

4) 등속 운동

등속운동 실험은 실험 결과를 그래프로 정형화하여 과학적 의미를 유추하는데 많은 학습 곤란을 겪고 있다. 특히 중·상위 학생들은 다양한 탐구 활동을 통하여 후속 학습과의 연계성을 이루는 학습 상승 효과를 유지할 수 있도록 유도할 필요가 있다. 그리고 하위 학생들에게는 학습 곤란을 해소하면서 학습 흥미를 유발할 수 있도록 실생활 속에서 경험한 사실을 예로 들어 발표 및 토의하게 함으로써 개념을 일반화할 수 있다. 등속운동 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도 표Ⅲ-13.과 같다.

표 Ⅲ-13. 등속 운동의 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용 학습 후, 주어진 자료를 가지고 스스로(조별 활동) 시간-거리, 시간-속력에 대 한 자료를 해석하고 과학적인 의미 부여하기,	정리	-자료 해석 및 속력 구하기 -시간 - 거리 -시간 - 속력 그래프 해석
기본 과정	* 공통 학습- 교과서 수준 및 STS 학습을 통한 시간-이동 거리, 시간 -속력 표와 그래프 그리기		
보충 과정	* 교과서 내용 반복 및 그래프에 대한 정성적이고 정량적인 해석. * 물체의 빠르기에 대한 기초 개념 습득. * 일상 생활에서 경험한 소재 발표하기		

5) 낙하 운동

낙하운동에 대한 교과 수준의 실험 목표와 학습 개념은 상당한 오개념을 가지고 있다. 학생들이 갖는 오개념은 임페투스 개념이나, 아리스토텔레스적 개념을 갖고 있어 쉽게 교정이 힘들다고 한다. 이를 해결하기 위하여 학습자의 인지 구조를 바꾸는 학습 방법으로 토의 학습에 과학사를 이용했을 때 학습 효과가 높게 나타난다고도 한다.[16, 27]

그리고 학생들은 물체의 빠르기에 대한 개념을 실험이나 자료 해석을 통하여 이해하는데 많은 학습 곤란을 겪고 있다. 중학생들은 실험 결과에 대한 결과를 작성하고 그래프로 정형화하여 과학적 의미를 유추하는데 많은 학습 곤란을 겪고 있다. 이를 해결하기 위해서 교과 수준의 학습 활동을 학습 속도와 깊이에 따라 자유낙하 운동 시범실험 후 자료 해석을 통하여 개념을 이해할 수 있도록 수준별로 자료를 재구성하여 학습에 투여할 필요가 있다. 낙하운동 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도는 표 Ⅲ-14.와 같다.

표 Ⅲ-14. 낙하 운동의 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용 학습 후, 주어진 자료를 가지고 스스로(조별 활동) 시간-거리, 시간-속력에 대 한 자료를 해석하고 과학적인 의미 부여하기,	정리	-자료 해석 및 속력 구하기 -평균 속력 -시간-거리, 시간-속력 그래프 해석 -속력의 변화
기본 과정	* 과학사적 학습 지도 낙하 운동 시범 보이기 (옥상 등에서)		
보충 과정	* 교과서 수준의 자료 해석을 통한 시간-이동 거리, 시간-속력 구하기 * 일상 생활에서 경험한 소재 발표하기		

6) 빗면에서의 물체의 운동

이 실험 항목은 금성출판사(주) 교과서를 제외한 교과서의 실험 수행 방법은 학습자에게 많은 학습 곤란을 낳고 있다. 특히, 짧은 빗면에서 물체의 운동을 기록하는 실험 설계는 중학생의 수준에 적절하지 않다고 볼 수 있다.

그러므로 낙하운동 및 시범실험 등의 측정 자료를 추가 투입하여 개념을 이해하는 하위 과정의 학습이 필요하다고 본다. 하위 과정의 학습 활동의 수준별 학습 체계도 표 Ⅲ-15.와 같다.

표 Ⅲ-15. 빗면에서의 물체의 운동에 대한 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용 학습 후, 주어진 자료를 가지고 스스로 (조별 활동) 시간-거리, 시간-속력에 대한 정량적인 해석 능력 기르기	정리	자료 해석 및 속력 구하기 평균 속력 시간-거리, 시간-속력 그래프 해석 일상생활에서의 물체의 운동 해석
기본 과정	* 교과서 수준의 활동 - 금성 출판사(주) * 일상 생활에서의 물체의 운동 기록 및 해석 * 교사의 시범 실험 및 종이테이프의 타점 분석		
보충 과정	* 자료 해석을 통한 시간-이동 거리, 시간-속력 구하기 * 일상 생활에서의 물체의 운동 기록 및 해석		

7) 관성의 법칙

본 실험 항목에 대한 학습자의 학습 곤란은 크게 나타나지 않지만, 자연 현상에 이를 적용하고 설명하는 능력이 부족하다고 할 수 있다. 뿐만 아니라 학습자의 일상 생활을 통해 학습 동기를 유발하는데 교과 수준의 학습 활동은 다양하지 못하다. 즉, 발견 학습의 귀납 과정에 의해 학습 요소에 대한 개념을 일반화하기 위해서는 다양한 학습 활동을 학습자의 인지 능력에 따라 재구성하여 투여할 필요가 있다.

그러므로 본 실험의 수준별 학습 체계도를 표Ⅲ-16.과 같이 설정할 수 있다.

특히 교과 수준의 기본 과정을 전개하기 이전에 학습자의 학습 속진에 따라 교과서 수준의 활동과 일상 생활에서 경험한 사실을 병행하여 다양한 탐구 활동을 전개했을 때 학습 흥미 및 개념을 일반화하는데 도움이 되었다.

또한 관성에 대한 소재는 일상 생활에서 많이 찾을 수 있으므로 조별로 학습 과제를 하나씩 소개하여 탐구한 다음 일반화 할 수도 있을 것이다.[16, 28]

표 Ⅲ-16. 관성의 법칙의 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 보충 과정 그룹별 활동 * 운동하는 물체의 관성 이해하기	정리	-정지한 물체와 운동하는 물체의 관성 -생활 속의 관성 이해하기
기본 과정	* 교사의 시범 실험 보이기를 통한 흥미 유발 * 일상 생활에서의 경험 이끌어 내어 발표하기		
보충 과정	* 별도의 탐구 활동 투여하여 그룹별 활동 및 개념의 일반화		

8) 힘과 속력의 변화

힘과 속력의 변화 실험은 운동의 제 2 법칙을 이해하는데 필요한 선수 개념이다. 실험 활동을 통한 개념적 이해는 잘하고 있는 편이나, 정량적인 면에서는 학습 곤란이 나타난다. 이에 대한 충분한 학습 보정을 할 필요가 있다. 그러므로 교과 내용 체계를 실험 중심으로 운영하여 학습자에게 충분한 탐구활동의 기회를 제공할 필요가 있다. 학습 능력에 따른 수준별 학습 체계도는 표 Ⅲ-17.과 같다.

표 Ⅲ-17. 힘과 속력의 변화 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용의 실험 설계 및 해보기 - 실험 결과 분석 - 실험 결과 정성적, 정량적 해석 $F = ma$, $F \propto a$, $m \propto 1/a$	정리	-힘과 속력의 변화 -질량과 속력의 변화 -운동의 기록과 제2법칙-물리적 해석
기본 과정	* 교과서 내용의 시범 실험 및 자료 해석-토의 학습		
보충 과정	* 교사와 함께 기본 과정의 복습 - 실험 결과 분석 및 물리적 의미 부여하기		

9) 힘과 운동 방향의 변화

힘과 운동 방향의 변화 실험은 교과서 수준의 기본·공통 과정을 학습한 후 일상 생활에서 경험한 과학 현상을 조사 발표토록 하는 토의 수업을 통하여 학습 개념을 일반화 할 수 있다. 특히 STS 학습 요소를 운동 경기 등에서 찾을 수 있다. 그리고 학습자의 인지 수준에 따라 교사는 NIE학습 활동을 통하여 개념을 일반화 할 수 있다. 본 실험에 대한 수준별 학습 체계도는 표 Ⅲ-18.과 같다.

이 실험은 교과서 수준의 기본·공통 과제의 수행은 물론 보충·심화 과정에서 학습 개념의 일반화를 위하여 NIE 자료를 이용할 수도 있다. 자료의 투여 순위는

학습자의 학습 능력과 학습 속도에 따라 교사의 판단 하에 투여할 수 있다. 표 Ⅲ-19.과 같이 STS 및 NIE 학습을 통해 물체에 작용하는 힘과 운동 방향에 대한 학습 효과를 높일 수 있을 것이다.

표 Ⅲ-18. 힘과 운동 방향의 변화 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용의 실험 설계 및 해보기 - 힘의 크기와 운동 방향의 변화 - 질량과 운동 방향의 변화 - 속력과 운동 방향의 변화	정리	- 힘의 크기와 운동 방향의 변화 - 질량과 운동 방향 변화 -속력과 운동 방향 변화 -일상 생활에서 방향과 속력이 변하는 운동
기본 과정	* 교과서 내용의 실험 및 자료 해석-토의 학습		
보충 과정	* 교사와 함께 조별 토의 학습 - STS 및 NIE 학습, 일상 생활에서의 경험 발표하기(문답식)		

표 Ⅲ-19. 운동 경기 소재를 이용한 NIE 학습 체계도

과목	중학교 1학년 과학	단원	힘과 운동 방향의 변화	학습 활동	보충·심화
NIE 자료	교수-학습 활동				
	※ 위미 초등교와 조천 초등교의 백호기 경기 모습이다. 위미교 학생이 조천교 학생을 제치고 골문으로 돌진하고 있다. 다음 물음에 답하여라. 1. 굴러가는 공에 힘을 가했을 때 공의 속력은 어떻게 되겠는가 ? 2. 조천교 학생이 공을 뺏었을 때 공의 운동 방향은 원래의 운동 방향과 어떠한 차이가 나겠는가 ?				
	※ 매경 골프 대회에서 우리 나라의 신용진 선수가 스윙하는 모습이다. 1. 스윙된 공은 어떤 운동을 하겠는가 ? 골프공의 운동 경로를 그려보자. 2. 골프 공이 날아가는 중에 작용하는 힘은 ? 3. 골프 공은 날아가는 동안 ( )과 ( )이 변하는 운동을 한다.				

10) 진자의 주기 운동

진자의 주기 운동 실험에 대해서는 실험 설계 과정과 진자에 작용하는 힘의 종류와 방향에 대해서 오개념이 나타난다[16]. 그러므로 전시 학습 및 상위 학습과 연계성을 고려하여 학습자의 인지 속도에 따라 교과서의 내용을 재구성하여 투여할 필요가 있다. 본 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도는 표 Ⅲ-20.과 같다.

표 Ⅲ-20. 진자의 주기 운동 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용의 실험 설계 및 해보기 * 진자의 공명 * 진자의 운동과 작용하는 힘 * 진자의 운동과 에너지	정리	- 용어의 정립 - 진자의 질량과 주기 - 진자의 길이와 주기 - 진자의 진폭과 주기 - 진자의 공명 - 진자의 속력
기본 과정	* 교과서 내용의 실험 및 자료 해석 - 용어 정립과 실험상의 유의점		
보충 과정	* 교사와 함께 교과서 내용 복습 - 진자의 질량과 주기, 진자의 길이와 주기, 진폭과 주기, 용어의 정립		

특히 진자의 주기 운동은 일상 생활에서 흔히 볼 수 있는 주기의 운동을 관찰하고 실험을 통하여 진자의 주기 측정과 물체에 작용하는 힘에 대하여 학습하는 단원으로 학습 자료가 다양하다.[30] 그러므로 학습 곤란을 해소하고 학습 지속 효과를 유지하기 위해서는 학습 속도에 따라 수준별 학습을 할 필요가 있다.

중학교 1학년 과학 힘과 운동 단원의 실험 항목에 관한 고찰에 의하면, 학습자의 자기 주도적 학습 활동을 위한 하위 수준의 수준별 학습 방법은 그림 Ⅲ-1.과 같이 나타낼 수 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 과학과의 심화·보충형 수준별 탐구 수업을 위해서는 실험, 자료해석, 해보기 등의 다양한 활동을 통하여 학습 개념을 이해할 수 있다. 또한 학습자의 학습 속진에 따라 하위 과정을 개설할 필요가 있음이 나타났다. 하위 과정에서의 보충과정 학습은 학습자의 학습 곤란이 나타나는 정도에 따라 교사 또는 보조교사의 도움을 받으면서 그림 Ⅲ-1.에서 보듯이 다양한 학습 활동을 전개하고, 학습 속진 그룹의 학습자에게는 교사가 준비한 별도의 심화 학습 활동, 힘과 운동의 과학사에 대한 역사적 변천 과정, 실생활 주변에서 소재 찾기, 신문 이용 학습 등을 통하여 개념을 확대 발전시킬 수 있다. 끝으로 실생활에 적용할 수 있도록 원리와 법칙을 평가를 통하여 일반화한다.

그리고 학습 능력에 따른 학습 내용의 상호 보완적 투입의 체계를 그림 Ⅲ-2.과 같이 함수적 관계로 일반화시킬 수 있다.

즉, 심화·보충형 수준별 학습에 대한 모형을 일반화하며 학습 능력에 따른 학습 체계는 학습 능력 =f (학습 내용) 의 형태로 나타낼 수 있다. 학습 능력과 학습 내용의 상호적 관계에서 학습 내용은 기본과정, 보충과정, 심화과정으로 나눌 수 있고, 이를 체계화한 그림 Ⅲ-2.의 기본과정에서는 반드시 학습자가 성취해야 될 최저 수준과 최고 수준의 학습 목표를 설정하여 학습 성취도를 분석하여야 한다. 학

습 성취도를 기준으로 하위 과정을 개설하여 학습 목표의 일정 수준에 도달하지 못한 학생들은 C(보충과정)으로, 학습 목표에 일찍 도달한 속진자에게는 D(심화과정)로 수업 방법을 다양화 시켜야 한다.

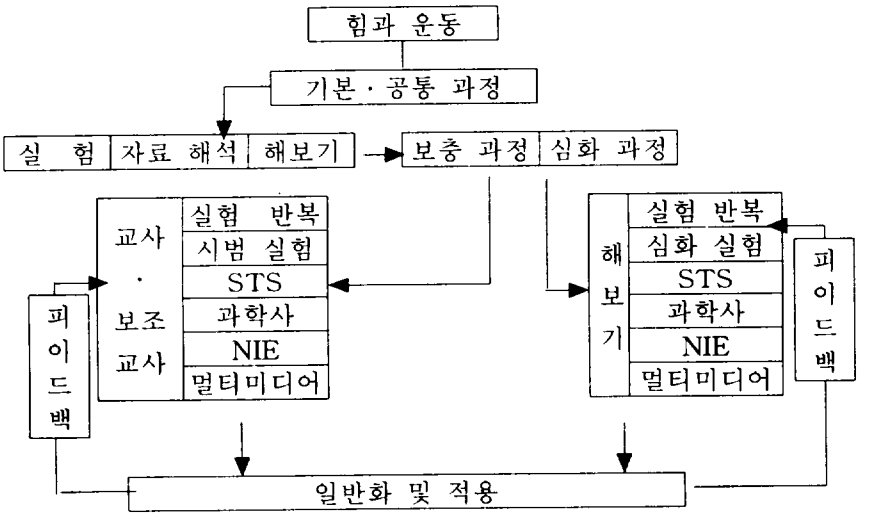

그림 Ⅲ-1. 기본·공통 과제 후 하위 과정 학습 체계도

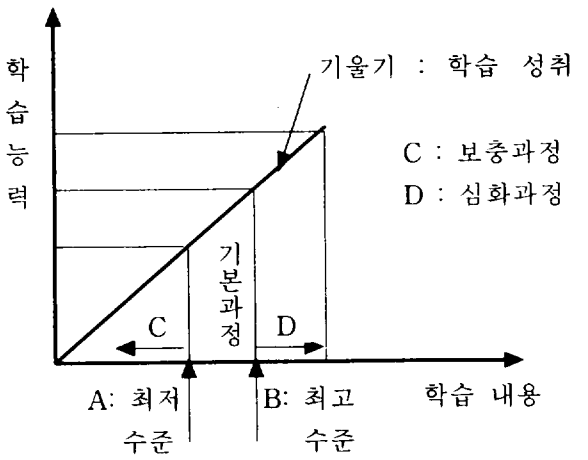

그림 Ⅲ-2. 학습 능력을 학습 내용의 함수로 표현했을 때의 심화·보충형 수준별 학습 체계

Ⅳ. 결 론

중학교 학생들은 추상적 사고나 구체적 조작 능력이 출발 단계이므로 일반적으로 과학 교과를 어렵다고 생각한다. 그러므로 우리 나라의 중학교 과학교육은 구체적 조작기의 특성에 맞게 학생의 흥미를 고려하여 지도할 필요가 있다.

이와 같은 관점에서 중학과학 힘과 운동 단원의 실험 체계에 대한 심화·보충형 수준별 학습체계와 지도 방법을 고찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 대부분 중·하위 수준의 학생들에게는 학습 개념이 어렵거나, 개념의 일반화 과정이 다양하지 못하다.

2) 한 학급 내의 일률적인 모둠 활동, 즉 조별 활동은 중·상위 학생들에 비하여 하위 수준의 학들에게는 탐구 기회가 적어 학습 흥미를 떨어뜨린다.

3) 기초·공통 과제를 수행한 후 하위 과정을 개설하여 하위 학생들에게 별도의 탐구 기회를 제공하였을 때 학습 흥미를 유발할 수 있다. 이 때 교사의 보조는 학습 수행에 큰 도움이 된다.

4) 하위 과정은 STS 및 NIE 학습, CAI 학습, 탐구 과정의 재구성, 기초·공통 과제의 복습 등을 통하여 학습 효과를 높일 수 있다.

5) 과학과의 수준별 학습은 기초·공통 과제를 수행한 후, 학습자의 수준에 맞는 하위 과정을 개설하되 소단원이 끝났을 때 형성평가 후 하위 과정을 학급내에서 수준별 분단 편성 후 운영하는 것이 바람직할 것이다.

6) 평가의 시기에 대해서는 의견이 다양하나 소단원이나, 중단원이 끝날 때마다 평가하여 소그룹 활동을 재구성할 필요가 있다. 이러한 평가는 중간고사나, 기말고사와는 별도로 학습 시간 중에 간단히 실시할 수 있다. 하위 그룹 학생들은 중·상위 그룹으로 올라갈 수 있다는 기대감을 가질 수 있다. 특히 하위 수준의 학생들은 교사의 보조를 많이 받으므로 인성 지도를 병행할 수도 있다. 물론 탐구 과정의 정의적 평가를 병행할 수 있다. 이에 관해서는 국가 수준 또는 시·도 교육청 및 단위학교에 검증된 평가 척도가 개발되어야 할 것이다.

그리고 과학교사들이 수준별 수업에 대한 정보 습득 및 수업 경험도를 설문지법을 이용하여 분석해 본 결과는 다음과 같다.

1) 과학교사들은 학습자의 학습 속도에 따라 수준별로 하위 과정을 개설하여 수업하는 것이 중요하다고 하며, 여교사가 남교사 보다 수준별 과학교육의 중요성을 더 인식하고 있다.

2) 도시와 농촌간 남·여 교사간의 수준별 수업 경험도를 분석한 결과, 농어촌 지역의 교사가 다소 높게 나타났으며, 남·여 교사의 경험도는 비슷했다.

3) 과학교사들은 수준별 수업을 위해서는 수업 시수의 경감, 보조 교사의 배치, 국가 수준의 자료 개발, 특별 교실의 확충 등이 필요하다고 한다. 그 중에서 국가 수준의 자료가 개발되지 않은 상태에서 수준별 수업을 위해서는 수업 시수의 경감을 우선적으로 배려하여야 한다고 지적하고 있다. 그리고 수준별 수업을 위해서 교사 양성 제도의 개혁 및 연수가 필요하다고 지적하고 있다. 왜냐하면, 전통적인 일제식 수업 방법 대신 학습자의 적성과 능력 및 흥미에 맞는 교수·학습 방법으로 다양화 할 필요가 있기 때문이다.

4) 수준별 수업에 대한 정보는 동료 교사나 연수회를 통하여 접하고 있으나, 설문에 응답한 대부분의 교사들은 수준별 수업에 대한 지식이 불충분하다고 응답했다. 이에 따라 각종 정보 매체를 통하여 수준별 수업에 대한 정보 제공이 바람직하다. 특히, 보조 학습 자료 및 국가 수준에서 검증된 평가 도구의 개발 및 보급을 요구하고 있다. 이상의 연구 결과를 종합해 볼 때,

첫째, 수준별 수업은 학습자 중심 교육 활동에 매우 중요하다고 할 수 있다.

둘째, 국가 수준의 학습자료 및 평가 척도가 우선적으로 마련되어야 한다.

셋째, 학습 내용이 학습자의 수준에 따라 재분석되어야 할 것이며, 이를 기초로 다양한 보조 학습 자료와 학습 모형이 개발되어야 할 것이다.

넷째, 다양한 학습자의 학습 욕구를 유지·발전시키고 수준별 교육을 학교 현장에서 정착시키기 위해서는 교원연수와 관련 시설의 확충이 필요하다.

참 고 문 헌

1) 강정우; 과학 교과 수준별 이동 수업, '97 교육부 교과별 연구 중심 학교(제주제일고등학교) 운영 세미나 자료집 (1997. 7.).

2) 교육부, 교육과정 2000 시안 (1997).

3) 전북 중등 물리교과 교육 연구회; 물리과 수준별 반편성 운영 지원을 위한 교수-학습 자료 개발, 교과교육 연구활동 보고서 (1996).

4) 제주도중등과학교육연구회, 제주제일고등학교; 수준별 교수-학습 지도 자료, 교과교육 연구 중심학교 운영 보고서 (1997).

5) 한국과학교육단체총연합회; 수준별 실험지도 연구 작업, 과학교육자 큰 모임 자

료집, 국립서울과학관, pp139-146 (1997. 12.).
6) 김준태; 실험지도에서의 수준별 교육의 필요성, URL://http/space. kongju.ac.kr, (1997).
7) 강영희 외 12인; 중학교 과학 1, (주)동아출판사 (1996).
8) 정창희 외 11인; 중학교 과학 1, (주)교학사 (1996).
9) 권재술 외 8인; 중학교 과학 1, (주)한샘출판 (1996).
10) 우규환 외 7인; 중학교 과학 1, (주)천재교육 (1996).
11) 박봉상 외 7인; 중학교 과학 1, 동화사 (1996).
12) 송인명 외 7인; 중학교 과학 1, (주)교학사 (1996).
13) 공구영 외 12인; 중학교 과학 1, 지학사 (1996).
14) 김시중 외 13인; 중학교 과학 1, (주)금성교과서 (1996).
15) 강정우, 강동식, 김홍중 ; 과학사적 학습지도를 위한 중학생들의 낙하운동 개념 이해, 과학교육 14호, 제주대학교 과학교육연구소, pp57-78(1997).
16) 권재술, 김범기; 과학 오개념 편람, 한국교원대학교 물리교육연구실 (1993).
17) 강영희 외 12; 중학교 과학 1 교사용 지도서, (주) 동아출판사 (1996).
18) 정창희 외 11인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)교학사 (1996).
19) 권재술 외 8인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)한샘출판 (1996).
20) 우규환 외 7인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)천재교육 (1996).
21) 박봉상 외 7인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, 동화사 (1996).
22) 송인명 외 7인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)교학사 (1996).
23) 공구영 외 12인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, 지학사 (1996).
24) 김시중 외 13인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)금성교과서 (1996).
25) 교육부; 중학교 과학과 교육과정 해설, p45 (1994).
26) 부산광역시교육청; 중등학교 수준별 교육과정 운영의 실제, pp14-31 (1997).
27) 양승훈외 4인; 낙하운동 개념의 역사적 변천, 과학사와 과학교육, 민음사, pp61-70 (1997).
28) 최경희; 물리가볍게 뛰어넘기, 동녘 (1997).
29) 이충희; 제5회 전국교육용s/w 공모전 입상작, 진자의 주기운동, 교육부 (1997).