

교육과정
수업
평가
기록 일체화

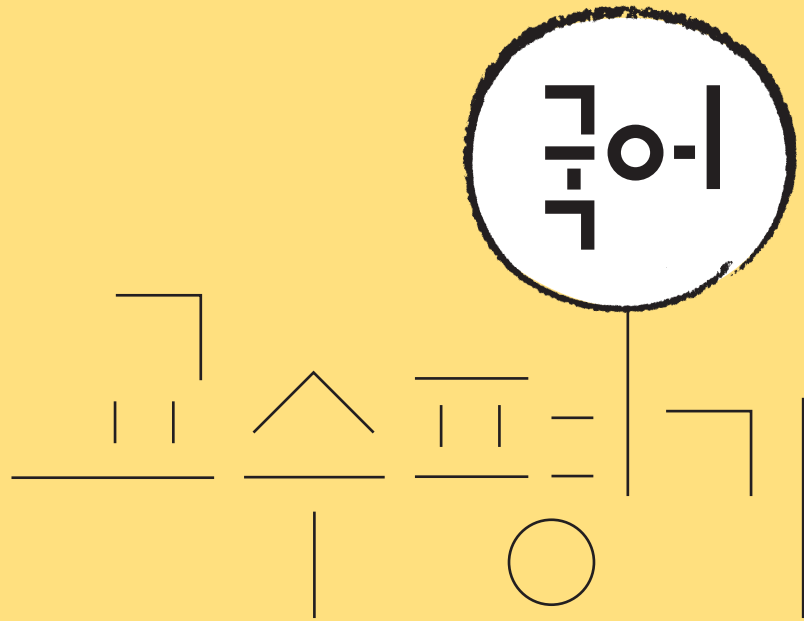
교수평가

학교 교육에서 교육과정, 수업, 평가, 기록은 상호 분리된 형태로 이루어져 왔다. 교육과정이 배재된 수업에서는 교과서의 단편적인 지식을 전달하는 데 급급했고, 수업 내용과 관계없이 이루어진 평가와 기록에서는 계량적으로 총합을 따지는 방식을 고수했다. 이러한 교육 활동 요소 간 불일치는 학교 현장에 다양한 문제를 일으켰다. 이를 개선하고자 제시된 것이 '교육과정-수업-평가-기록 일체화(이하 교수평가)'이다.

교수평가 일체화는 교육과정, 수업, 평가, 기록을 하나의 연속된 교육 활동으로 보고, 이를 유기적으로 통합해 운영하는 것이다. 학생과 학급의 특성을 고려해 교육과정을 재구성하고 여기에 맞춰 수업을 진행한 뒤, 수업 자체를 평가하고 평가 결과를 그대로 기록한다. 이러한 일련의 과정을 통해 분절된 교육 활동을 하나로 연결하면 각각의 요소가 불일치했을 때 발생하는 문제를 최소화할 수 있다.

학교 현장에서 교수평가 일체화를 실현해 교육과정, 수업, 평가, 기록의 본래 기능을 회복하고 잘못된 교육을 바로잡으려는 노력은 계속되고 있다. 자발적이고 민주적이며 협력적인 공동 수업 연구로 교수평가 일체화를 실현하고 있는 수업 사례를 만나 본다.

글. 이명섭. 나루고등학교 수석교사

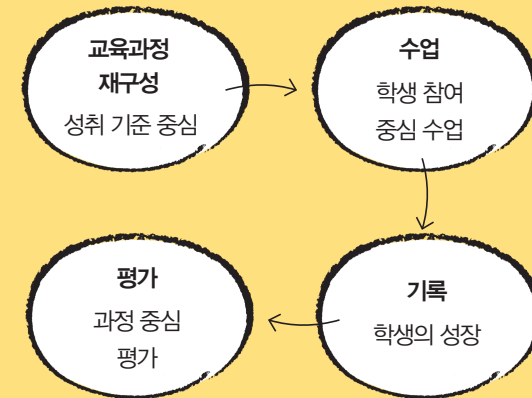


Horizontal lines for taking notes.

교수평가 일체화란?

그동안 학교 현장에서는 교육의 목표를 입시와 진학에 두었다. 그 결과 진도 위주의 일제식 수업이 행해졌고, 평가는 학생의 수준을 변별하고 서열을 매기는 도구로, 기록은 대학 진학을 위한 통계 자료로 여겨 왔다. 이처럼 교육과정, 수업, 평가, 기록이 제 기능을 잃고 분절적으로 이루어지면서 왜곡되고 파행적인 교육이 행해진 것이다. 잘못된 수업을 바로잡고 교육의 본질을 회복하려는 실천적 노력이 '교육과정-수업-평가-기록 일체화'이다.

교수평기는 학생의 성장을 목표로, 교과 교육과정을 성취 기준을 중심으로 재구성해 학생 참여 중심 수업을 실천하고, 수업 활동 과정을 관찰해 평가하며, 그 평가 과정을 구체적이고 맥락적으로 기록한다. 교육과정, 수업, 평가, 기록이 유기체처럼 한 덩어리로 작동하는 것이다.



〈교수평가 일체화 과정〉

교수평가 일체화를 하기 전 점검 사항

교육과정

- 소수 학생의 성과가 아닌 다수 학생의 성장을 위한 교육과정인가?
- 수업-평가-기록의 흐름으로 연계되어 일체화되는 교육과정인가?
- 문서나 전시가 아닌, 교실 현장에서 실제로 실현될 수 있는 교육과정인가?
- 교사가 스스로, 학생의 실태를 고려해 재구성하는 교육과정인가?
- 학생이 스스로 무엇을 하게 할 것인가를 고민하게 하는 교육과정인가?
- 교과서가 아닌 성취 기준으로 가르치도록 계획된 교육과정인가?

수업

- 교육과정을 구체적으로 실현하는 수업인가?
- 성취 기준을 중심으로 하는 수업인가?
- '안다'를 넘어서서 '할 수 있다'를 배우는 수업인가?
- 배움 중심 수업, 학생 참여 중심 수업인가?
- 메타 인지를 중시하는 수업인가?
- 계획하고, 탐구하고, 표현하게 하는 수업인가?
- 'less is more'를 실현하는 수업인가?

평가

- 수업 밀착형 평가(배운 것을 그대로 평가하기)인가?
- 수업 과정형 평가(수업 시간 활동 자체를 평가하기)인가?
- 관찰과 조사, 게시 등을 통한 평가인가?
- 정량과 정성이 조화된 평가인가?
- 정답보다는 해답 평가인가?

기록

- 평가의 또 다른 이름으로서의 기록인가?
- 개인적 성장에 대한 평가로서의 기록인가?
- 평소 관찰, 조사, 게시된 기록인가?
- 누가 기록된 기록인가?
- 객관적 사실로 된 기록인가?
- 구체적 맥락이 있는 기록인가?

교수평가 일체화 설계 방법

교수평가 일체화를 위해서는 먼저 교과 목표를 확인하고, 성취 기준을 중심으로 교육과정을 재구성해야 한다. 이를 토대로 수업을 학생 참여 중심으로 설계하고, 수업 과정 자체를 평가하며, 학생 활동을 중심으로 기록한다.

1단계	교과 목표(정체성) 확인하기	• '나는 이 과목의 교사로서 학생에게 무엇을 가르쳐야 하는가?'
↓		
2단계	성취 기준을 중심으로 교육과정 재구성하기	• 재구성한 성취 기준-수업-평가-기록 일체화
3단계	학생 참여 중심으로 수업을 설계하고 실천하기	• 최소한 한 학기의 교과 교육과정을 협력적으로 설계
4단계	수업 과정 평가하기	
↓		
5단계	학생 활동 자체를 성장 중심으로 누가 기록하기	• 말로 하는 평가의 다른 이름 • 학생 서사, 맥락적 누가 기록, 객관적 기록이 중요

〈교수평가 일체화 설계 5단계〉

1 단계 교과 목표(정체성) 확인하기

'나는 이 과목의 교사로서 학생에게 무엇을 가르쳐야 하는가?'라는 물음에 대해 생각한다. 이 물음에 답하기 위해서는 교육과정상에 나타나 있는 '목표와 성격'을 읽고, 자신의 교과 철학과 경험에 비추어 보아야 한다. 어떤 수업을 하고 싶은지, 이상적인 수업은 무엇인지, 현실적으로 실현 가능한 수업은 무엇인지 등을 확인하며 교육과정에서 제시한 교과 기준을 되새겨 본다.

2 단계 성취 기준을 중심으로 교육과정 재구성하기

교육과정을 재구성하는 방법에는 성취 기준의 순서를 변경하는 '소극적 재구성', 성취 기준을 더하거나 빼는 '적극적 재구성', 성취 기준의 내용을 다른 것으로 교체하는 '적극적 변형', 성취 기준 자체를 새롭게 만드는 '창조' 등이 있다.

성취 기준을 재구성할 때에는 성취 기준의 의미를 훼손하지 않는 범위 내에서 이루어져야 한다. 다양한 맥락, 즉 학습자, 교사, 학교 상황 등을 고려하고, 수업을 통해 다수의 학생이 성장할 수 있도록 성취 기준을 재구성한다.

기존 성취 기준	영역	영역의 구체화	재구성한 성취 기준
[12 문학 02-04] 작품을 공감적, 비판적, 창의적으로 수용하고 그 결과를 바탕으로 상호 소통한다.	문학의 태도	탐구하여 성찰하기	1. 윤희주의 시를 공감적, 비판적, 창의적으로 수용하여 말하고, 자신의 경험과 관련해 삶을 성찰하는 글을 써서 발표한다.
[12 문학 04-01] 문학을 통하여 자아를 성찰하고 타자를 이해하며 상호 소통하는 태도를 지닌다.			2. 윤희주의 시를 공감적, 비판적으로 수용하여 말하고, 타인과의 관계와 관련해 타자의 삶을 이해하는 글을 써서 발표한다.
[12 문학 02-05] 작품을 읽고 다양한 시각에서 재구성하거나 주제적인 관점에서 창작한다.	문학의 생산	재구성하고 창작하기	3. 윤희주의 시를 읽고 주제적인 관점에서 창작한 후, 다양한 시각에서 재구성하여 상호 소통하는 시 낭송회를 개최한다.

〈교육과정 재구성 사례〉

'작품'과 '문학'을 '윤희주의 시'로, '수용하다'를 '수용하여 말하다'로, '성찰하다'와 '이해하다'를 '성찰하는 글을 쓰다', '이해하는 글을 쓰다'로, '상호 소통하다'를 '말하다', '글을 쓰다', '발표하다', '개최하다'로 바꾸어 추상적인 표현을 구체적인 표현으로 재구성한다. 또 기존 성취 기준을 의미 단위로 나누는데, 예를 들어, '① 작품을 공감적, 비판적, 창의적으로 수용한다', '② 그 결과를 바탕으로 상호 소통한다', '③ 문학에 통하여 자아를 성찰하고 타자를 이해한다', '④ 상호 소통하는 태도를 지닌다', '⑤ 작품을 읽고 다양한 시각에서 재구성한다', '⑥ 주제적인 관점에서 창작한다'로 나누고, ① + ③을 합쳐 '윤희주의 시를 공감적, 비판적, 창의적으로 수용하여 말하고, 자신의 경험과 관련하여 삶을 성찰하는 글을 써서 발표한다'로 재구성할 수 있다.

3 단계 학생 참여 중심으로 수업을 설계하고 실천하기

성취 기준별 또는 차시별로 수업을 설계하고 실천하는 과정은 크게 두 가지로 나뉘는데, 하나는 '무엇을 배우는가'에 대한 것이다. 재구성한 성취 기준을 바탕으로 지식·기능·태도로 분류해 학습 요소를 만든다.

재구성한 성취 기준	[12 문학 02-04]	윤희주의 시를 공감적, 비판적, 창의적으로 수용하여 말하고, 자신의 경험과 관련해 삶을 성찰하는 글을 써서 발표한다.
재구성한 성취 기준	[12 문학 04-01]	윤희주의 시를 공감적, 비판적으로 수용하여 말하고, 타인과의 관계와 관련해 타자의 삶을 이해하는 글을 써서 발표한다.

학습 요소	지식(~을 안다)	기능과 태도(~을 할 수 있다)
만들기	윤희주의 시에 나타난 다양한 정서와 사상	공감하여 말하기, 비판하여 말하기, 창의적으로 말하기, 자신의 삶과 관련해 삶을 성찰하는 글 쓰기

〈3-1 단계: 무엇을 배울 것인가〉

그다음으로 학생의 배움을 중심으로 '어떻게 배우는가'를 설계한다.

학습 경험	배움	1. 시 여기저기 무조건 읽어 보기
만들기	열기	2. 자기가 골라 읽은 시에 대해 공감하는 부분을 이야기해 보기
	배움	1. 내가 좋아하는 시 한 편 고르기
	쌓기	2. 인상 깊은 부분을 말해 보기 / 공감하는 부분을 말해 보기 / 비판하거나 더 말하고 싶은 부분을 말해 보기
		3. 나의 경험과 어떤 관련이 있는지 생각해 보고, 그림 그리기
		4. 경험과 관련해 자신을 성찰하는 글 쓰기
	성장하기	나의 삶을 성찰하는 시 발표하기

〈3-2 단계: 어떻게 배울 것인가〉

4 단계 수업 과정 평가하기

평가에서는 학생의 수업 활동 자체를 평가하는 것이 중요하다. 수업 평가에는 관찰하기, 조사하기, 게시하기, 제출하기 등이 있는데, 특히 관찰 평가는 교사의 직관에 의해 좌우된다. 따라서 평가는 3단계(상·중·하 / 잘함·보통·못함 / 5·4·3)로 나누고, 하나의 영역을 작게 쪼개어 반복하거나 심화하는 학습 활동을 누가 평가해야 한다.

평가 항목	평가 내용	상(잘함, 5점)	중(보통, 4점)	하(못함, 3점)
문학을 통한 자아의 성찰	나의 삶(경험)과 만나는 시를 골라 자신의 삶을 성찰하는 글을 써서 발표하기	운동주의 시를 읽고, 나의 삶(경험)을 구체적으로 연결해 공감 또는 비판하는 근거를 들어 자아를 성찰하는 글을 써서 조리 있게 발표할 수 있다.	운동주의 시를 읽고, 나의 삶(경험)을 연결해 공감하거나 비판해 자신의 삶을 성찰하는 글을 써서 발표할 수 있다.	운동주의 시를 읽고, 나의 삶(경험)과 관련지어 공감하거나 비판할 수 있으나, 그것을 통해 자신의 삶을 성찰하는 것에 어려움을 느낀다.

〈수업 평가 사례〉

5 단계 학생 활동 자체를 성장 중심으로 누가 기록하기

기록은 수업 활동을 중심으로 객관적이고 맥락적으로 기술해야 하며, 무엇보다 말로 하는 평가라는 인식이 중요하다. 평소 수업 시간에 학생 활동을 관찰해 누가 기록하는데, '활동하는 주제가 무엇인가', '어떻게 활동하였는가', '탐구하는 과정과 결과는 어떻게 되는가', '탐구하는 도구로 무엇을 사용하였는가', '태도는 어떠한고 배우고 느낀 점은 무엇인가' 등을 중심으로 기술한다.

기록하기 (말 평가하기)	1. 어떤 시를 선택하였는가? 2. 그 시에서 무엇을 공감하거나 비판하였는가? 3. 그 시와 관련하여 자신의 경험을 어떻게 표현하였는가? 4. 배우고 느낀 점이 무엇인가?
---------------	--



'나루고, 운동주의를 만나다'라는 수업에서 시 〈중달새〉를 읽은 뒤, 중학교 시절에 뒷골목을 방황하면서 공부를 게을리한 경험을 중달새의 처지에 비유하여 말하고, 이를 바탕으로 '방황을 통해 배운 것'이라는 수필을 창작하여 발표하였으며(이하 생략)

〈학생 성장 중심 기록 사례〉

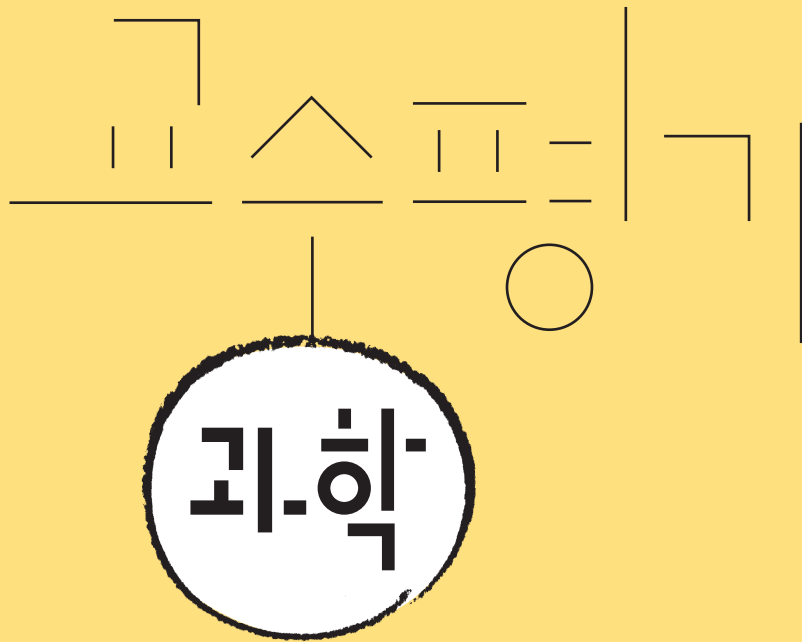
교수평가 일체화 예시

교수평가 일체화는 교육과정-수업-평가-기록이 한 덩어리라는 인식을 토대로 디자인해야 한다.

주제: 운동주의 시를 읽고 자아 성찰하기		
1. 무엇을 배울 것인가		
재구성한 성취 기준 써 보기	[12 문학 02-04] [12 문학 04-01]	운동주의 시를 공감적, 비판적, 창의적으로 수용하여 말하고, 자신의 경험과 관련해 삶을 성찰하는 글을 써서 발표한다.
학습 요소 만들기	지식(~을 안다) 운동주의 시에 나타난 다양한 정서와 사상	기능과 태도(~을 할 수 있다) 공감하여 말하기, 비판하여 말하기, 창의적으로 말하기, 자신의 삶과 관련하여 삶을 성찰하는 글쓰기
2. 어떻게 배울 것인가		
학습 경험 만들기	배움 열기 배움 쌓기	1. 시 여기저기 무조건 읽어 보기 2. 자기가 골라 읽은 시에 대해 공감하는 부분을 이야기해 보기 1. 내가 좋아하는 시 한 편 고르기 2. 인상 깊은 부분을 말해 보기 / 공감하는 부분을 말해 보기 / 비판하거나 더 말하고 싶은 부분을 말해 보기 3. 나의 경험과 어떤 관련이 있는지 생각해 보고, 그림 그리기 4. 경험과 관련해 자신을 성찰하는 글 쓰기
	성장하기	나의 삶을 성찰하는 시 발표하기
3. 무엇을 어떻게 평가하고 기록할 것인가		
평가 내용	나의 삶(경험)과 만나는 시를 골라 자신의 삶을 성찰하는 글을 써서 발표하기	
상(잘함, 5점)	중(보통, 4점)	하(못함, 3점)
운동주의 시를 읽고, 나의 삶(경험)을 구체적으로 연결해 공감 또는 비판하는 근거를 들어 자아를 성찰하는 글을 써서 조리 있게 발표할 수 있다.	운동주의 시를 읽고, 나의 삶(경험)을 연결해 공감하거나 비판해 자신의 삶을 성찰하는 글을 써서 발표할 수 있다.	운동주의 시를 읽고, 나의 삶(경험)과 관련지어 공감하거나 비판할 수 있으나, 그것을 통해 자신의 삶을 성찰하는 것에 어려움을 느낀다.
기록하기 (말 평가하기)	1. 어떤 시를 선택하였는가? 2. 그 시에서 무엇을 공감하거나 비판하였는가? 3. 그 시와 관련하여 자신의 경험을 어떻게 표현하였는가? 4. 배우고 느낀 점이 무엇인가?	

〈문학 수업의 교수평가 일체화 사례〉

글. 고민성, 저현고등학교 교사



교육과정 재구성의 첫 단계, 학습자 이해

수업과 평가는 그 대상이 누구냐에 따라 달라진다. 따라서 교육과정 재구성은 대상의 특성을 파악하는 데서 시작한다.

저현고는 자율형 공립고이지만 몇 년 전부터 우선 선발 제도가 사라지고, 일반고에서도 교육과정의 자율성이 높아지면서 일반고와 사정이 크게 다르지 않다. 학생들은 수학과 과학에 관심이 많고 사교육 의존도가 높으며, 내신 등급보다 모의고사 등급이 1~1.5 등급 정도가 더 높아 수시보다는 정시를 선호한다.

그중 고등학교 3학년 물리Ⅱ를 듣는 학생들은 각자 다른 까닭으로 수업을 선택하겠지만 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 물리를 좋아하면서 상위권 대학이 목표인 학생이거나 자신이 수업 듣기 가장 편한 선생님을 찾은 학생, 화생지 중 한 과목은 선택했는데 나머지 한 과목을 선택하지 못해 어쩔 수 없이 물리Ⅱ 수업을 듣는 학생이다. 이들은 수업 첫 시간에 망설임 없이 “물리Ⅰ 수능 준비 안 해 주세요?”, “진짜, 물리Ⅱ 해요?”라고 묻는다. 이 말에서 물리Ⅱ 수업 시간에 물리Ⅱ가 사라졌음을 알 수 있다.

대상의 특성을 고려한 교육과정 재구성

물리Ⅱ에 관심 없는 학생들에게 어떤 수업을 해야 할까? 해당 질문에 답하기 위해서는 물리Ⅱ를 배우는 목적을 알아야 한다. 과목의 목적 내지 목표는 교육과정상에 명시되어 있다. 다음은 2009 개정 물리Ⅱ 교육과정 중 교과 목표가 제시된 부분이다.

‘물리II’는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다.

- 가. 물리학의 개념을 체계적으로 이해하고, 자연 현상의 탐구와 문제 해결에 이를 적용한다.
- 나. 물리학의 탐구 방법을 익히고, 자연 현상 및 첨단 기술과 관련된 문제 해결에 이를 활용한다.
- 다. 자연 현상과 물리학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 자연 현상 및 첨단 기술과 관련된 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 라. 과학·기술·사회의 상호 관계를 인식한다.

〈2009 개정 물리II 교육과정의 목표〉

물리II 과목의 목표는 개념을 체계적으로 이해하고, 탐구 방법을 익혀 자연 현상 및 첨단 기술과 관련된 문제 해결에 활용하며, 물리학 학습에 흥미와 호기심을 갖는 것이다. 또한, 과학·기술·사회의 상호 관계를 인식해야 한다. 이미 잘 알고 있는 내용이지만 실행하기는 쉽지 않다. 그렇지만 월·수·금요일마다 진행되는 물리II 수업에서 학습자의 특징을 고려하고 교육 목표를 실현하기 위해서 ‘무엇을 가르칠 것인지’, ‘어떻게 가르칠 것인지’, ‘어떻게 평가할 것인지’를 중심으로 교육과정을 재구성해 보았다.

	월요일	수요일	금요일
교육 목표	가. 물리학의 개념을 체계적으로 이해하고, 자연 현상의 탐구와 문제 해결에 이를 적용한다.	나. 물리학의 탐구 방법을 익히고, 자연 현상 및 첨단 기술과 관련된 문제 해결에 이를 활용한다.	다. 자연 현상과 물리학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 자연 현상 및 첨단 기술과 관련된 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기른다.
무엇을	개념을 체계적으로 이해하고, 문제 해결에 이를 적용한다.	• 실험을 통한 탐구 방법을 익힌다. • 과학·기술·사회의 상호 관계를 독서를 통해 인식한다.	학습에 흥미와 호기심을 가지고 친구와 함께 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기른다.
어떻게	학생 강의 + 교사 강의 + 문제 해결 수행 과제	실험 + 독서	검색 + 글쓰기 + 발표 + 듣기
평가 방법	지필 평가(선택형+서술형) 수행 평가(수업 활동 보고서)	수행 평가(탐구 실험 보고서 + 과학 독서 활동 보고서)	수행 평가(물리 세미나)

〈2009 개정 물리II 교육과정 재구성〉

앞의 내용은 교육과정상 목표를 바탕으로 교육과정을 재구성한 것이다. 일반적으로 성취 기준 차원에서 교육과정을 재구성한 것과 다르다. 이는 물리II를 듣는 학생의 특성과 연관이 있다.

물리II 성취 기준에는 명제적 지식에 관한 내용이 많다. 예를 들면 ‘위치, 속도, 가속도를 벡터로 표현할 수 있다’, ‘절대 온도, 섭씨온도와 화씨온도의 차이를 이해한다’ 등이다. 이러한 지식을 습득해 성취 기준에 도달하는 것은 중요하다. 하지만 물리II에 관심이 없는 학생이 다수인 교실에서는 물리 과목에 관한 심오한 내용을 제시하거나 문제 해결 능력 향상에만 중점을 두기보다는 교육과정에 제시된 여러 가지 목표를 균형 있게 달성하는 것이 더 중요하다.

이를 위하여 학교 수업에서는 교육과정의 목표를 요일별로 설정하고, 그에 따라 수업과 평가 방법을 설계하였다.

학습 흥미와 호기심을 유발하는 세미나 수업

평가 종류	지필 평가				수행 평가					
	50%				50%					
반영 비율	1차		2차		물리 세미나		탐구 실험 보고서		과학 독서 활동 보고서 (논술형 평가)	수업 활동 보고서 (서술형 평가)
	선택형	서술형	선택형	서술형	제안문 (논술형 평가)	발표	실험	보고서 (서술형 평가)		
유형	60점 (15%)	40점 (10%)	60점 (15%)	40점 (10%)	15점 (15%)	5점 (5%)	5점 (5%)	5점 (5%)	10점 (10%)	10점 (10%)
	100점(25%)		100점(25%)							
배점 (반영 비율)	10%		10%		15%	·	·	5%	10%	10%
	합계 60%									
서술형과 논술형 평가 반영 비율										
평가 시기	5.1~5.4		7.3~7.6		3.16~6.22		3.28~5.18		3.14~5.23	3.12~6.22
평가 내용 (성취 기준)	물2111~물2125		물2211~물2227		물2111~물2227		물2116~물2222		물2111~물2227	물2111~물2227

〈물리II 수업의 평가 방법〉

월·수·금요일 수업 중에서 금요일은 ‘물리 세미나’로 진행된다. 이 수업에서는 학습에 관한 흥미와 호기심을 가지고 친구들과 함께 문제를 창의적으로 해결하는 태도를 기른다. 단순히 교과서에 제시된 내용을 이해하는 데 그치지 않고, 흥미와 호기심을 가지고 과학적 문제를 해결해 나가며, 결과를 다른 사람에게 알리고 피드백을 받아 자신의 의견을 수정한다. 이 과정에서 과학적 의사소통 능력을 기를 수 있다. 의사소통 능력을 강조하는 까닭은 우리 아이들이 혼자서는 문제를 잘 풀지만 자기 생각과 의견을 나누고 수정하는 일에는 매우 서툴기 때문이다.

‘물리 세미나’는 한 학기에 17차시로 편성되지만 학기 초 오리엔테이션, 1차 및 2차 지필 시험과 시험 직후의 시간, 졸업 앨범 촬영 등 다양한 학교 행사로 인해 실제 수업은 13차시 정도 진행된다.

차시	수업 내용	활동								
1차시 (1시간)	세미나 수업에 관한 오리엔테이션	수업 진행 및 평가 방식에 대해 질문하기								
2~5차시 (4시간)	• 물리 세미나 주제 선정 관련 교과서 및 논문 검색 • 자신의 제안을 글로 작성하기	• 활동지(1차 제안문, 2차 제안문) 작성하기 • 교사와의 상호 작용으로 열린 질문 만들기								
6~13차시 (8시간)	• 1차시 4명씩 학생 발표(15분) • 세미나(20분) • 수정 제안문 작성 및 제출(15분) 4명 x 8차시 = 32명	<table border="0"> <tr> <td>〈발표자(4명)〉</td> <td>〈발표자가 아닌 참가자(28명)〉</td> </tr> <tr> <td>• 제안문 발표하기</td> <td>4가지 주제에서 자신이 관심</td> </tr> <tr> <td>• 세미나 후 의견이 적힌 메모지 중에서 자신이 수정에 반영할 의견 5가지 선정하기</td> <td>있는 분야의 제안자 쪽에 가서 서로의 의견을 교환하고 제안문에 대한 자신의 의견을 메모지에 작성하기</td> </tr> <tr> <td>• 타인의 의견을 반영한 수정 제안문 작성하여 제출하기</td> <td></td> </tr> </table>	〈발표자(4명)〉	〈발표자가 아닌 참가자(28명)〉	• 제안문 발표하기	4가지 주제에서 자신이 관심	• 세미나 후 의견이 적힌 메모지 중에서 자신이 수정에 반영할 의견 5가지 선정하기	있는 분야의 제안자 쪽에 가서 서로의 의견을 교환하고 제안문에 대한 자신의 의견을 메모지에 작성하기	• 타인의 의견을 반영한 수정 제안문 작성하여 제출하기	
〈발표자(4명)〉	〈발표자가 아닌 참가자(28명)〉									
• 제안문 발표하기	4가지 주제에서 자신이 관심									
• 세미나 후 의견이 적힌 메모지 중에서 자신이 수정에 반영할 의견 5가지 선정하기	있는 분야의 제안자 쪽에 가서 서로의 의견을 교환하고 제안문에 대한 자신의 의견을 메모지에 작성하기									
• 타인의 의견을 반영한 수정 제안문 작성하여 제출하기										

〈차시별 수업 내용과 활동〉

1차시 오리엔테이션에서는 수업의 목적과 방법, 평가를 간단하게 설명한다. 아무래도 선생님마다 수업 및 평가 방식이 다르므로 궁금한 점을 질문하거나 수업 방식을 연습하기도 한다.

2~5차시에는 관심 있는 주제를 조사하고 질문을 만들어 그 질문에 스스로 답한다. 이때 질문은 정답이 없는 질문인데, 조사한 내용을 바탕으로 자신만의 답을 이야기한다. 이 차시의 수업에서 교사는 많은 시간을 할애해야 한다. 한 학생을 피드백하는 시간이 짧으면 3분, 길면 10분 정도 걸린다. 32명을 모두 피드백하는 것이 짧은 시간이 아니므로 2차시로 계획한 제안문 작성 수업이 4차시로 늘어난다.

6~13차시에는 발제자가 제안문을 발표하고 해당 주제에 흥미 있는 학생과 함께 세미나를 진행한다. 제안자를 중심으로 주제별 토의가 이어지는데, 토의가 끝나면 자신의 의견을 메모지에 적어 발제자에게 건네고, 발제자는 여러 가지 의견에서 반영할 내용을 선택한 뒤 이를 바탕으로 수정 제안문을 작성한다.

교사는 세미나 방향을 잡아 주고, 발제자 역할을 알려 주며, 발표를 평가한다. 학생들은 주제에 대한 자신만의 재미있는 의견을 내놓는데, 의견을 주고받다가 목소리가 격해지기도 하고 웃음보가 터지기도 한다. 이때 학생 간 동료 평가가 자연스럽게 이루어진다. 이러한 과정에서 강의식 또는 문제 풀이 수업으로는 알 수 없는 학생 개개인의 관심이나 성향을 파악할 수 있다.

〈논문 검색 및 제안문 작성〉



〈세미나 과정〉

제안자를 중심으로
주제별 토의



주제 선정하기 & 자료 조사하기

- 1. 세미나 주제 장기 제공할 수 있는 무인기
- 2. 주제에 관한 관련 논문 1 제목
- 선행 연구 및 조사 고고도 장기 제공 무인기 추진 시스템 기술 동향

내용 중 자신의 주제와 관련된 부분 요약

고고도 장기 제공 무인기는 고도 20km 성층권에서 운행한다.
 고도 20km에서 온도는 -56°C, 공기 밀도는 지상의 7% 정도로
 매우 희박한 대기 환경을 가진다.
 수소 액화 → 부피 $\frac{1}{848}$ 배

관련 논문 2 제목

수소 연료 전지 자동차의 최신 기술

내용 중 자신의 주제와 관련된 부분 요약

연료 전지에서 전해질 막은 습도가 낮아지면
 성능이 저하되기 때문에 습도 관리가 필요 → 고도 20km에서는
 습도가 낮기 때문에 이를 보완할 방법이 필요

관련 논문 3 제목

신재생 에너지 자원인 수소 연료 전지의 원리와 응용

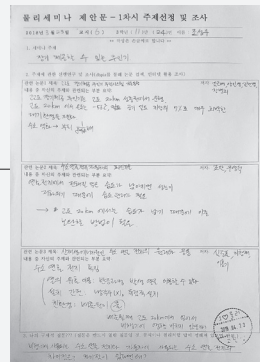
내용 중 자신의 주제와 관련된 부분 요약

수소 연료 전지 특징
 열의 이용: 반응 과정에서 발생하는 열을 이용할 수 있다.
 설치 간편: 냉각수 x, 독립적 설치 가능
 친환경: 배출원이 물
 → 고도 20km에서 배출되는 물이 얼어서 비행기에 영향을 미치지 않을까

3. 나의 구체적인 질문?

(질문은 반드시 열린 질문일 것. 공식이나 원리처럼 답이 정해져 있으면 안 됨.)

비행기에 사용되는 수소 연료 전지와
 자동차에 사용되는 수소 연료
 전지의 차이점은?
 차이점이 있다면 왜?



질문 만들기 & 자신만의 답 작성하기

- 1. 나의 구체적 질문 비행기에 사용되는 수소 엔진과 자동차에 사용되는 수소 엔진의 차이점은 무엇일까?
 (질문은 반드시 열린 질문일 것. 공식이나 원리처럼 답이 정해져 있으면 안 됨.)

- 2. 질문과 관련된 물리 개념을 • 보일 법칙 $PV=일정$
 찾고, 개념의 정의를 • 전도에 의해 이동하는 열량 $Q=kA \frac{(T_1-T_2)}{l} t$ (k : 열전도율)
 명확히 작성할 것 • 열역학 제1법칙 $Q=\Delta U+W$

- 3. 질문에 관한 수소의 특성: 등유에 비해 부피당 $E \downarrow$, 그러나 무게는 $\frac{1}{3}$
 자신의 답 작성하기

비행기 수소 엔진

중간 연료 공급 불가능 →
 수소를 대량 저장 기술 → 액화 →
 단열 기술이 중요하다.
 보통 비금속이 열전도율 ↓
 ∴ 이동하는 열량 ↓

$$Q=kA \frac{(T_1-T_2)}{l} t \quad (k: \text{열전도율})$$

∴ 액화 수소를 날개에 주로 저장
 (고압 탱크는 비행기의 항력을
 높여서 효율이 떨어질 수 있다.)
 또한, 상공 20km에서는 기압이
 지상의 $\frac{1}{5}$ 이기 때문에 끓는점이
 더 내려가게 된다.
 → 기압 유지가 중요
 ∴ 단열 압축 ($\Delta V < 0$)일 때
 ∴ $W < 0$ 이고, $W = -\Delta U$ 이므로
 $\Delta U > 0$ → 내부 E 증가 → 끓는점 ↑

자동차 수소 엔진

중간 연료 공급 가능

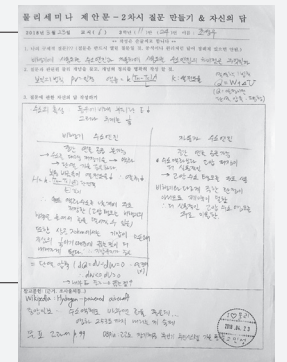
수소 액화보다 고압 저장이 더
 실용적임 → 고압 수소 탱크를
 주로 사용

비행기와 다르게 극한 환경이
 아니므로 제약이 덜하다.

∴ 더 실용적인 고압 수소 탱크를
 주로 이용한다.

참고 문헌 (근거, 조사 출처 등)

- 위키피디아(Wikipedia): Hydrogen powered aircraft
- 중앙일보(2017.09.07): 수소 액체로 바꾸면 효율 좋은데... 영하 253°C까지 내리는 게 숙제
- 물리 II 교과서 '열역학 제1법칙과 열역학 과정' 단원
- DBpia: 고고도 장기 제공 무인기 추진 시스템 기술 동향



세미나 수업의 평가와 기록

평가는 가장 어렵고 힘들다. 누가 1점만큼 잘하고 못하는지, 1점의 기준을 만들고 결정하는 것은 쉽지 않다. 그리고 이 숫자에 갇혀 학생의 수준을 결정짓고 순위를 매기는 모습이 안타깝다. 그럼에도 평가는 필요하다. 학습자의 수준을 확인할 뿐 아니라 수업한 내용에 대한 피드백이 있어야 한다. “수업 시간에 뭐했니?”라고 물었을 때 자신 있게 대답하는 학생이 생각보다 많지 않다. 무엇을 하는지도 모르고 시간만 지나가길 바라는 학생이 적으려면 수업 내용을 확인하는 과정은 필요하다. 세미나 수업의 평가는 다음과 같은 요소를 중심으로 이루어진다.

평가 요소	1회 논문 요약 및 제안문 작성하기	① 논문 내용을 체계적으로 요약하였는가? ② 물리 개념을 찾고 개념의 정의를 작성하였는가? ③ 연관 논문 및 자료를 검색하고 작성하였는가? ④ 창의적인 질문을 만들었는가?(열린 질문인가?)
	2회 제안문 발표하기	⑤ 자신이 만든 질문에 대한 답을 작성하였는가? ⑥ 자신의 질문과 답을 빠짐없이 발표하였는가? ⑦ 주어진 시간을 적절히 활용하였는가? ⑧ 다른 학생의 발표 때 의견을 빠짐없이 제출하였는가?
	3회 수정 제안문 작성하기	⑨ 수정 제안문을 작성하였는가? ⑩ 자신이 작성한 수정 제안문의 반영 의견이 선택된 적이 있는가? ⑪ 수정 제안문의 반영 의견이 3회 이상 선택되었는가? ⑫ 수정 제안문의 반영 의견이 5회 이상 선택되었는가?

〈세미나 수업의 평가 요소〉

교사의 평가에는 정량적 평가뿐 아니라 해당 학생의 생활 성향이나 태도 등을 나타내는 정성적 평가도 필요하다. 학교생활 기록부 기록은 숫자로 나타낼 수 없는 학생의 특성을 글로 표현하는 것이다. 다음은 세미나 수업 뒤에 이루어진 평가를 학교생활 기록부에 기록한 것이다.

- 물리 세미나 평가에서 4D 프린팅에 대해 이야기하고 현재 유행하고 있는 3D 프린팅에서 한발자국 더 앞서 나가 미래를 살펴보는 기술을 찾아보고, 이것을 어떻게 활용할지 고민함. 특히 화재가 발생하였을 때, 형상 기억 합금을 이용해 온도라는 차원을 추가, 비상 탈출구를 만든 아이디어가 인상적임.
- 세미나 평가에서 특히 빛에 관심을 보이며, 빛의 이중성에 대해 생각하고 빛 알갱이 한 개가 직진하는가 진동하는가에 대해 고민함. 세미나 때 본인의 몸 상태가 안 좋고, 자신의 순서는 다음 시간이었음에도 당일 결석한 친구 때문에 수업에 공백이 생기는 걸 막고자 본인이 선뜻 나서 주어 교사의 고민을 해결함.

〈기록 예시〉

위의 사례는 학생이 어디에 관심을 가지고 있는지, 무엇을 좋아하고 잘하는지, 어떤 성향을 지니고 있는지 등을 파악할 수 있는 밑그림이 될 수 있다. 학교생활기록부 기록은 학교를 다니면서 무엇을 배우고 어떤 모습인지를 떠올릴 수 있는 내용이면 충분하다.