

ICT를 활용한 PBL 코스웨어 설계 방안

- 중등 과학교과를 중심으로 -

A Method to Design PBL Courseware Using ICT

김재현*
Kim, Jaehyoum

이윤규**
Lee, Yun Kyu

요약

오늘날 학습자 중심의 교육을 강조하는 구성주의(constructivism)에 기반을 둔 교수 학습법인 PBL에 ICT를 효과적으로 활용하기 위한 구체적인 학습모형이 요구되고 있다. 본 논문에서는 교사들이 과학수업에 PBL을 적용하여 수업 지도안을 만들 때 ICT를 활용하는 방안을 제시하고자 한다. 전통적 과학수업 모형을 PBL의 문제해결모형 내용에 적용하고, 수업 진행 단계별로 ICT의 교과내용 결합 정도와 상호작용 정도에 따라 수업을 분석하고, 이를 통해 교사와 학생 모두 활용이 가능한 PBL 코스웨어를 설계하였다. 이를 위해, 모든 절차를 파악할 수 있는 PBL 패키지 개발 절차 8단계와 PBL수업 지도 5단계의 모형을 제시하였다.

Abstract

Recently substantial learning model is strongly demanded through which ICT could be effectively used at PBL, teaching and learning method, based on constructivism putting an emphasis on learner centered education. This thesis is designed to introduce the way to make the most of ICT when teachers try to make teaching plan applying PBL to science class. PBL courseware is designed to make teacher and student use by applying traditional science class model to the model for problem solving of PBL, analysing class according to the degree of connecting ICT with contents of learning. This paper suggests 8 stages of PBL package development and 5 stages of teaching pattern to grasp whole procedure.

☞ Keyword : ICT, PBL Courseware Design Methodology

1. 서론

컴퓨터와 인터넷의 발달로 학생들에게 제공되는 지식의 양과 수준은 예전과는 비교할 수 없게 향상되고 있다. 또한 ICT의 발전과 더불어 새로운 환경에 알맞은 교재와 교수법이 개발되는 속도는 학교 현장에서 쉽게 사용할 수 있을 정도로 만족할만한 수준은 아니라고 본다. 따라서 학교 교육도 지식의 습득과 더불어 의사소통능력과 비판적 사고

력, 창의력을 바탕으로 종합적인 문제 해결력과 과정적 지식을 배양하여 능동적인 학습능력을 길러주는 방향으로 전환할 때라고 본다. 본 연구는 과학교과의 전통적인 교수-학습모형에 PBL(Problem Based Learning)을 도입하고 ICT (Information and Communication Technology)의 활용방안을 접목한 수업 모형과 교수도구, 교재개발의 절차를 명료화하는데 목적이 있다. 본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 고등학교의 현실적 여건으로 인하여 교사의 역할이 보다 적극적으로 개입된 PBL을 전제로 하였다. 둘째, 기존의 과학과 교수-학습 모형을 PBL의 문제해결 모형으로 재구성하는데 있어서 제한된 일부 수업모형만을 대상으로 한정하였다.

* 종신회원 : 성균관대학교 컴퓨터교육과 조교수
jhkim@comedu.skku.ac.kr(제1저자)

** 준 회 원 : 이화여자대학교사범대학부속 고등학교 교사
simeon1405@hanmail.net

[2005/10/14 투고 - 2005/10/25 심사 - 2005/12/05 심사완료]

2. 관련연구

2.1 ICT 활용 수업

교육에서 ICT는 각각의 산술적인 합산보다는 이들의 시너지 효과를 통한 더 높은 가치의 창출에 의미를 둔다. ICT 활용교육은 교과 시간에 ICT를 도구적으로 활용하여 학습자의 학습 동기를 유발하거나 자기주도적인 학습 능력을 신장시키려는 교육 활동을 의미한다. 예를 들면 인터넷을 이용하여 교수-학습 활동을 하는 것이다. ICT가 교육과정과 통합되는 수준은 Berenfeld(1997)에 의해서 그리고 인터넷자원과 학습자의 상호작용의 수준에 대한 연구는 Wilson(1997)에 의해서 3개의 수준으로 아래와 같이 분류되었다.[1]

수준	교육과정연계 정도 세부내용	상호작용 정도 세부내용
제1수준	정규수업 보조	검색 엔진과 사이트 이용
제2수준	부분적으로 인터넷을 교육과정의 일환으로 활용	웹으로 수업 제공, 리스트 서브(List serve)와 뉴스 그룹
제3수준	인터넷이 교육과정에 통합, 교사는 안내자	시뮬레이션과 실시간 상호작용

2.2 PBL

현실에서 접하게 될 복잡하고 비구조적인 문제를 협력학습 환경에서 학습자 중심으로 풀어가는 과정 중심 학습법이다. 구성주의에 기반 하는 교수-학습 형태로서 문제에 대한 이해와 문제해결을 위해 이루어지는 활동을 통하여 문제해결능력과 비판적 사고력, 의사소통능력을 기르도록 하는 학습방법이다.[2]

2.3 선행연구의 분석과 본 연구와 비교

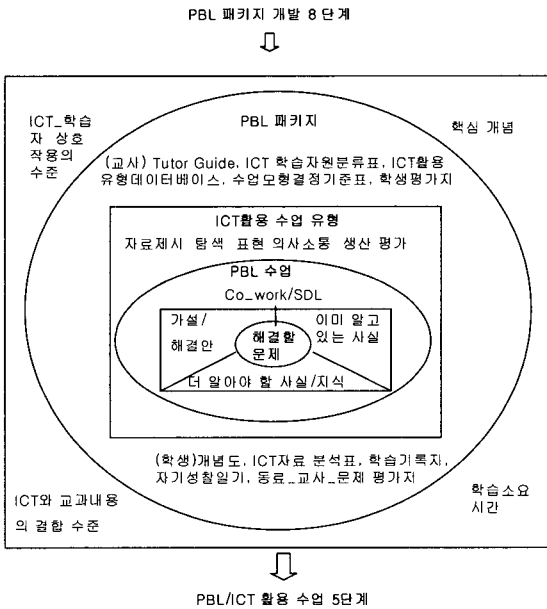
<표 1>는 선행연구[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]에 대한 분석을 통해 본인의 연구내용과 다른 점에 대하여 설명하였다.

<표 1>

논문	선행 연구 내용	본 연구 내용
[3]	수업모형별로 ICT 활용 방법을 상세화	ICT 활용 방법을 행위 유형에 따라 분류하고 문제해결 방법을 모형화 하여 제시
[4]	응급실 상황을 예시로 패키지 개발	패키지개발 절차를 중등 물리교과 교육에 맞게 재구성하고 관련 양식을 제시
[5]	순환학습에 Net/PBL을 접목한 과학수업 모형개발	문제해결과정에 과학교과의 발견학습, 순환 학습, 가설검증, 개념변화학습 모형을 도입
[6]	ICT를 활용한 PBL 수업설계서 작성	PBL의 단계별로 목표와 활동 내용을 구체화 하고 PBL을 보조하는 여러 가지 양식을 패키지로 제시
[7]	ICT를 활용한 PBL 교수-학습과정 안 제시와 결과 분석	
[8]	PBL을 Web에서 구현, 결과 분석	
[9]	관리기능을 강화한 Web PBL 제시	
[10]	PBL을 Web에서 구현한 홈페이지 제작	

3. PBL 코스웨어(Courseware) 개발모델

PBL 패키지는 학습자에게 문제 상황을 제시하고 스스로 해결과정을 통해서 학습할 수 있도록 하며 교사에게는 학습활동을 가이드 하는 학습도구모음이다.[4] PBL에서는 문제에 대하여 ‘가설/해결안’-‘이미 알고 있는 사실/지식’-‘더 알아야 할 사실/지식’을 강구하는 활동이 순환되면서 최종해결로 접근한다. 문제 해결의 과정에서 ICT를 활용하게 되는데 활용 방법으로는 자료제시, 탐색, 표현, 의사소통, 생산, 평가가 있다. PBL 패키지는 이 모든 활동을 서로 유기적으로 연결하며 교사용으로 Tutor Guide 등 5가지가 있고 학생용으로 개념도 등 5가지가 있다. 패키지를 제작할 때는 학습하고자 하는 핵심개념, 학습에 소요되는 시간, ICT와 학습자간의 상호작용의 수준, ICT와 교과내용의 결합 수준 이상 4가지 요소를 결정하여 제작한다. 이러한 개발 모델을 기반으로 패키지 개발 8단계를 거쳐서



〈그림 1〉 PBL 코스웨어 개발 모델

개발된 PBL 패키지는 PBL/ICT 활용 5단계를 이용하여 수업에 활용된다. 위에 제시한 그림 1은 이러한 과정을 나타낸 코스웨어 개발 모델이다.

3.1 PBL 패키지 개발 절차

과학과 교수-학습용 PBL 패키지 개발 절차 8단계를 표 2와 같이 고안하였다.

1단계: 문제 계획 및 분석단계

연간 지도계획 중에서 PBL 학습이 적절하다고 여겨지는 부분을 선정한다. 학습 목표와 수준, 도달 단계를 개념, 탐구, 태도의 항목으로 설정하고 구체적으로 진술한다. 학생이 사용할 개인/조별 학습계획표와 개념도(concept map)를 작성한다.

2단계: 문제 개발 단계

매우 구조적인 문제를 선정하여 하위 단계로 세

〈표 2〉 교수-학습용 PBL 패키지 개발 절차 8단계

단계	활동	세부 내용	패키지 양식
1	문제 계획 단계	1) 문제 상황 확인 2) 학습 목표 수준 도달단계 설정- 개념, 탐구, 태도 3) 개념도	개념도
2	문제 개발 단계	1) 문제예시1 2) 문제예시2 3) 문제예시3	
3	학습자의 체계적인 탐구능력을 촉진하기위한 수업모형의 제시 단계	1) 발견학습 수업모형 2) 순환학습 수업모형 3) 가설검증 수업모형 4) 인지갈등 수업모형	수업모형 결정기준표
4	필요한 참고자료의 제시단계	1) 교재 및 참고 문헌 2) 멀티미디어 3) 인터넷 4) 교육용 소프트웨어	ICT활용유형데이터베이스 ICT학습자원분류표 ICT자료분석표
5	Tutor Guide 작성단계		Tutor Guide 학습기록지
6	쟁점에 대한 학생의 학습지원 자료제시 단계	학생이 만족스런 문제해결 과정을 찾지 못했다 경우 제시하는 부가적인 지원자료 1) 교재 및 참고 문헌 2) 멀티미디어 3) 인터넷 4) 교육용 소프트웨어	ICT활용유형데이터베이스 ICT학습자원분류표 ICT자료분석표
7	추후 요구되는 part 개발을 위한 1,2,3,4,5,6 단계의 반복 단계		
8	평가단계 1) 평가내용-문제해결에 참여한 여부, 태도/기여한 정도/문제발견과 명료화에 기여한 정도/ 학습문제도출/자기 주도적 학습이해 정도/ 자기 주도적 학습내용의 유도능력 평가 2) 평가방법 시험/집단참여도/자료의적합성/리포트/자기평가/동료평가/자기성찰일기		학생-동료-교사- 문제 평가지 자기성찰일기

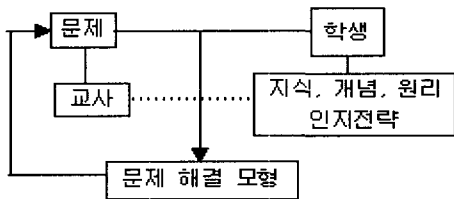
분화한 후 각 단계에서 얻은 지식을 바탕으로 가장 상위 단계의 문제에 도전하도록 위계를 구성한다. 위계는 학생들에게 제시될 순서로 개발한 문제는 문제은행으로 관리한다.

3단계: 문제해결 모형의 제시단계

인지전략은 학습자가 자신의 인지과정을 통제하고 모니터하기 위해 사용하는 기법이다. 광범위한 문헌 검토를 통하여 인지 전략을 적용할 때 관련되는 인지적 과정이 다음과 같이 알려졌다.[11]

- ①학습과제 요구분석 ②과제 완수능력 분석 ③ 적절한 전략선택 ④선택된 전략의 적용 ⑤효과의 평가 ⑥수정

이중에서 선택, 적용, 평가하는 단계를 문제 해결과정에 도입한다. 구체적으로 과학교과의 학습 목표와 속성에 따라 문제를 해결하는 전략은 [12]에서 제안한 여러 가지 모형 중 발견학습, 순환학습, 가설-검증학습, 개념변화 학습의 4가지 모형을 통해 제시한다. “첫째, 발견학습모형이다. 개념 습득이 학습 목표이고 개념의 속성이 가시적으로 명확히 드러나는 경우에는 많은 자료를 분석해서 규칙성(새 개념)을 발견하도록 한다. 둘째, 순환학습 모형이다. 탐구력 신장이 목표이며 경험적 소재에 대하여 인지갈등을 일으킬 수 있는 경우는 충분한 관찰, 탐색에 이어서 새로운 개념을 도입하여 문제를 해결하고 새로운 상황에 적용을 시도한다. 셋째, 가설-검증학습 모형이다. 탐구력 신장이 목표인 경우에 조건에 대한 자료의 수집과 분석 및 탐구수행을 통해서 가설을 검증한다. 넷째, 개념변화 학습 모형이다. 학생들이 갖는 오 개념(誤概念)에 새로운 과학개념을 제시하여 개념변화를 유도한다.”[12] 교사들을 위해 문제해결과정을 명료화한 수업모형 결정 기준 표와 문제해결사례 모형을 개발한다.



〈그림 2〉 문제 해결 모형

학생은 문제를 인식하고 교사는 학생에게 교육 목표와 관련된 문제를 제시하고 학생이 갖는 지식, 개념, 원리, 인지 전략을 문제 해결에 연결하며 해결한 문제는 다음 문제개발의 근거가 된다. 이와 같은 내용을 그림으로 나타내면 아래와 같다.

4단계: 필요한 참고자료의 제시 단계

교재 및 참고 문헌, 멀티미디어, 인터넷, 교육용 소프트웨어로 분류하여 자료의 목록을 제시한다. ICT를 활용하는 유형을 /누가/누구에게/어디에 있는/무엇으로/무엇을 이용하여/무슨 의도로/어떻게 한다/로 나눈다.

/누가/누구에게/는 교육의 주체와 대상이다. 각각은 교사, 학생, 전문가, 컴퓨터의 4개 요소가 있다. /어디에 있는/은 활용하고자 하는 ICT가 위치한 물리적인 장소를 말한다. 인터넷, CD 타이틀, 소프트웨어가 설치된 PC, 비디오, 오디오, 캠코더 등이 있다. 학습지나 신문, 잡지, 편지 등도 포함할 수 있다. /무엇으로/는 형식이다. Web, 멀티미디어 교육자료, 워드프로세서, 스프레드시트, 프레젠테이션, 멀티미디어소프트웨어, 데이터베이스 소프트웨어, 교과전용소프트웨어, PC 통신, 웹 문서 저작도구 등이 있다. /무엇을 이용하여/는 활용하는 서비스나 활동을 좀 더 구체화 한 것이다. 백과사전, 검색엔진, 기관사이트, 수업제공 사이트, 뉴스그룹, 전자우편, 게시판, 채팅, 홈페이지, 시뮬레이션, 전자문서, 계산표, 그래프, 발표자료, 수치계산, 공간표현, 과학실험, 설계, 동영상, 사운드, 이미지, 텍스트, 애니메이션, 전자교과서 등이 있다. /무슨 의도로/는 교육의 목적을 말한다. 지식, 개념을 전달하기 위해, 법칙과 원리를 탐구하기 위해, 절차를 이해하기 위해, 문제 해결의 도구로 활용하기 위해, 4가지가 있다.[13] /어떻게 한다/는 ICT 활용의 6가지 유형이다.[13] 자료제시, 탐색, 의사소통, 생산, 표현, 평가인데 각각의 활동은 좀더 복잡한 내용을 포함하고 있다. ICT 활용유형은 구조화 할 수 있다. 구체적인 활동에 번호를 붙여서 하나의 자료에 해당되는 하나의 정보를 생성한다. 교과내용을 A, 누가는 B, 누구에게는 C, 어디에 있는D, 무엇으로는 E, 무엇을 이용 하여는 F, 무슨 의도로는 G, 어떻게 한다는 H로 정하고 구체적 내용에는 번호를 매긴다.

예를 들면 ‘누가’에서 교사는 1, 학생은 2, 전문가는 3, 컴퓨터는 4 라면 B1은 ‘교사(敎師)가’를 뜻하게 된다. 따라서 수업에서< 교사가(1) 학생에게(2) 인터넷(1) 웹(1)서비스를 이용하여 포털 사이트인 네이버의 백과사전(1)에 있는 ‘전자(電子)’라는 내용을 지식을 전달하기 위해(1) 제시한다(1)>면 다음과 같은 형식을 갖게 된다.(괄호 안의 번호는 큰 분류 속에 포함된 각 요소에 해당하는 번호이다. 편의상 모두 1번으로 하였고 X는 전기(電氣)단원을 가리키며 1은 전기(電氣)단원의 전자(電子)를 가리키는 개념에 매겨진 번호라고 가정한다)

전자(電子)의 개념을 보여주는 사이트의 주소 <http://100.naver.com/100.php?id=134915>’는 [교과내용/누가/누구에게/어디에 있는 무엇으로/무엇을 이용하여/무슨 의도로/어떻게 한다] 의 형식을 이용하면 [AX1/B1/C2/D1/E1/F1/G1/H1]의 정보를 갖는다. ABC 등은 문자 대신에 숫자의 위치(자릿수)로 대신해도 된다. 이런 방법으로 ICT 자료를 정리하면 구체적 행위별로 원하는 자료의 목록을 얻을 수 있고 원하는 방식으로 검색할 수도 있다. 각 자료는 ICT 활동유형에 따라 A부터 H까지의 기준으로 분류하고 각각의 조건에 따라 검색이 가능하도록 데이터베이스를 구축한다.

5단계: Tutor Guide 작성단계

아래의 6요소를 포함한다.

- (1) 나는 무엇을 가르치려고 하는가?
- (2) 상황과 문제점의 파악
- (3) 학생들은 상황/문제점들과 관련되어 어떠한 개념, 탐구능력, 태도들을 가지고 있는가?
- (4) 문제의 이해, 적용을 도모할 수 있는 더 이상의 정보가 있는가?
- (5) 이 상황에서 학생들은 어떤 개념, 탐구능력, 태도를 가질 필요가 있는가?
- (6) 위의 문제를 해결하고 학습 목표를 달성하기 위해 교사, 학생은 어떤 행동을 취해야 하는가?

PBL 수업 설계과정에서 ICT활용은 선행연구에서 제시한 Berenfeld(1997)와Wilson(1997)의 3개 수준을 기초로 세분화된 기준을 제안한다.

〈표 3〉ICT 활용수준(상위수준은 하위수준 포함)

	내용에 통합된 정도	상호작용의 정도
0	ICT를 전혀 활용하지 않음	
1	수업 계획단계에서 교사가 ICT를 활용	
2	교사가 제시하는 CD 나 인터넷의 자료를 보면서 수업	검색엔진과 사이트 이용
3	수업 시간에 탐색	e-mail, 뉴스그룹, 게시판
4	문제 해결과정에 ICT를 도구로 사용하여 결과를 생산하거나 발표	실시간 멀티미디어 자료 교환
5	평가, 차시예고, 심화, 보충, 학생 관리에 ICT 활용	Web으로 단계별 피드백과 진도/이력/평가관리
6	시뮬레이션, 코스웨어가 수준별 개별학습 지원	실시간 화상채팅

위의 표 3에서 보여주는 0에서 6단계는 패키지를 개발할 때 학습에 ICT를 어느 정도로 활용할 것인가에 대한 기준이다. ICT가 문제해결의 도구로서 교과와 완전히 통합되고 개인별로 피드백을 줄 수 있다면 ICT가 내용에 통합된 정도는 가장 높은 수준이라고 보았다. 또한 상호 작용의 정도는 실시간으로 모든 자료를 교환하는 것을 가장 높은 수준으로 보았다. 학습을 계획할 때 ICT 활용 수준의 단계는 무조건 높은 단계를 지향하는 것보다는 내용과 학습 환경, 학습자 특성을 감안하여 결정하는 것이 좋다고 본다.

6단계: 쟁점에 대한 부가지원 자료 제시단계

학생이 만족스런 문제해결 과정을 찾지 못했을 경우 제시하는 부가적인 지원 자료를 준비한다.

7단계: 다른 part 개발을 위한 1-6단계의 반복

8단계: 평가 단계-평가표를 작성한다.

- 1) 평가내용-문제해결에 참여한 정도/문제 발견과 명료화/학습문제 도출/자기 주도적 학습이 해/자기 주도적 학습내용의 유도능력 평가/결론도출/발표
- 2) 평가방법- ①tutorial-출석, 태도, 준비물, /발표/그룹 평가/동료 평가/자기 평가/문제 평가/퀴즈 ②리포트-(개인별, 조별) 학습기록지/결과보고서/개념도/자기성찰일기

3.2 ICT를 활용한 PBL 수업 5단계

1단계: 계획

학습과제를 선정하고 학습자의 요구를 분석하며 학습목표를 결정하고 문제를 제작한다. 진단평가를 통해 얻은 학습자 특성을 고려하여 수업을 설계한다. 구체적인 실천계획과 양식, 결과물인 PBL 패키지를 제작한다. 2-5 단계는 ICT활용과 상호작용의 정도에 따라 모듈화 한다. 웹과 면대면 수업의 2가지 방법으로 수업을 설계한다. ICT의 활용방안과 유형을 제시하고 학생들이 제출할 모든 양식과 평가기준은 미리 공개한다. 양식은 단계별로 세분화하고 구조화하여 적절한 피드백을 원활히 받을 수 있도록 한다. 문제 해결을 위한 사고의 단계가 적거나 단편적인 지식이나 절차적 지식을 습득하는 경우에는 가급적 참고문헌과 코스웨어를 이용하도록 한다. 문제해결의 단계가 많고 복잡하거나 비구조적이고 통합적인 사고, 창조적 사고, 평가, 비판적 사고를 필요로 하는 학습인 경우에는 주로 면대면 수업 방법을 이용하도록 한다. 문제에서 평가까지 모든 자료를 웹의 데이터뱅크에 저장하여 능력이 뛰어난 학생들은 더 많은 과제를 해결하고 다음 단계로 나갈 수 있도록 수준별, 개별 학습을 지원한다.

2단계: 문제 제시 및 자료 소개

문제, 시간, 자료를 제시한다. 그룹을 형성하도록 하고 학습 환경을 점검한다. 자료는 선행 기억을 자극하는 것을 포함한다. 학생은 문제를 파악하고 문제 해결에 필요한 조건을 탐색한다. 조건은 문제나 자료에 포함되어있는 경우와 포함되어 있지 않은 경우로 나누어 탐색하며 조건에 관련된 지식이 충분한가도 살펴본다. 교사는 자료제시에 ICT를 활용하며 학생은 ICT를 활용하여 필요한 지식과 조건을 찾고 분류한다.

3단계: 문제 해결 및 결론 도출

이전 단계에서 파악한 조건을 바탕으로 가설/해결안을 모색한다. 이미 알고 있는 지식/사실로 문제의 해결이 가능한지 살펴본다. 만일 문제해결이 만족스럽지 못하면 관련 지식이나 조건을 더 찾는다. 사고과정과 토론을 통하여 문제해결을 위해 더 알아야 할 것이 결정되면 자기주도 학습(SDL: Self

Directed Learning)과 협력학습(co-work)을 한다. 만약 결과가 만족스럽지 못한 경우에는 만족한 결론을 얻을 때까지 조건, 관련 지식, 방법을 달리하여 반복 적용한다.

문제를 해결하는 과정에서 ICT의 활용은 탐색하고 의사소통하며 결과를 생산하고 표현하는 네 가지 유형이 있다. 탐색은 검색, 정보수집, 정보처리가 있다. 검색은 문제 해결에 필요한 지식이나 조건을 찾는 것이며 정보 수집은 관찰, 측정, 기록이 있다. 정보 처리는 선언적지식과 개념, 원리, 조건, 인지전략을 활용하여 조직, 분석, 추론 과정을 통해서 문제 해결을 도출하는 과정이다. 또한 인터넷의 발달로 문제 해결과정의 시간, 공간의 제약과 의사소통 및 표현의 한계를 극복하게 되었다. 문제 해결에는 탐구능력과 창의적사고, 비판적사고, 평가능력, 통합능력, 창출능력이 요구되는데[14] 이러한 과정 중 주로 확인, 탐색, 평가, 표현, 판단의 수단으로 ICT를 활용한다.[15]

지식데이터베이스의 활용과 교과와 관련된 소프트웨어의 발달로 문제해결과 결론에 도달하는 과정이 빠르고 정확하게 되어 학습자는 문제 해결에 보다 더 집중 할 수 있다.

4단계: 발표

조별 토의를 통하여 얻은 결론으로 보고서를 작성하고 프레젠테이션이나 출판, 업로드 등으로 주장을 발표한다. 다른 팀의 결과 학습을 통해서 수정, 보완을 한다. 교사는 방법, 절차, 과정의 문제점을 체크한다. 또한 발표를 도와주며 발표를 통하여 학습하도록 이끈다. 발표는 가장 중요한 평가항목이 된다.

5단계: 평가

학습자는 자기평가와 동료평가를 할 수 있고 교사는 학습자 개인 또는 팀 별 평가를 할 수 있다. 보고서, 성찰일기, 출석, 태도, 발표 등을 바탕으로 참여도, 단계별 기여 정도, 자료의 적합성에 대하여 평가 할 수 있다.

PBL 패키지는 수업의 과정에서 학습자로 하여금 메타인지를 형성하도록 도와주도록 개발하여 활용한다. ICT 활용은 적용하기 전에 학습 효과를

극대화하는 방안을 채택해야 할 것이며 이 과정을 통제하는 절차를 아래 표와 같이 제안한다.

〈표 4〉 PBL, 일반모형, 학생활동, ICT 활용 비교

PBL 단계	일반모형	학생활동	ICT 활용
계획	계획	학습목표설정	
	진단		
문제 제시 및 자료 소개	도입	문제인식	자료제시
문제 해결 및 결론 도출	전개	문제해결	탐색
			검색
			정보수집
			정보처리
		의사소통	
		생산	
발표	정리	발표/수정/보완	표현
평가	평가	평가	평가

4. 패키지 제작의 단계별 실제 예

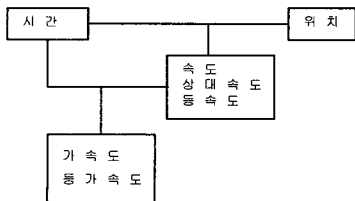
고등학교 물리 교과와 속도와 가속도 단원 중 수평방향으로 던져진 물체의 운동에 대한 패키지를 개발하는 예시를 다음과 같이 소개한다. 본 연구에서는 제한된 지면 관계로 4단계까지만 소개한다.

1단계: (1) 계획

〈표 5〉 수업 계획

학습 목표	수평으로 던져진 물체의 예측
핵심 개념	속도, 가속도
ICT 내용통합정도	<표3>의4 수준
상호작용의 정도	<표3>의4 수준
학습소요시간	6차시

(2) 분석-개념, 탐구, 태도로 수준을 설정한다.



〈그림 3〉 PBL 패키지-개념도의 예

- 개념: 그림 3과 같이 개념도를 이용하여 핵심 개념과 관련된 개념을 살펴본다.

속도라는 개념은 시간과 위치가 결합된 것이며 가속도는 속도와 시간이 결합된 것이다. 중력을 받으며 운동하는 물체는 중력방향으로 등가속도 운동을 하므로 학습목표의 도달을 위해 필요한 개념, 지식은 다음과 같다.

- ① 벡터, 스칼라의 정의와 벡터 합의 계산
 - ② 운동을 기록하는 방법
 - ③ 평균속도, 순간속도, 상대속도, 등속도, 등가속도 운동의 이해
 - ④ 등가속도 직선 운동의 법칙, 공식, 그래프학습
 - ⑤ 2차원 운동
- 탐구 : ① 뉴턴의 운동 법칙을 방정식으로 풀이
 ② 자료를 수집하고 그래프로 표현하고 해석
 - 태도 : ① 자연 현상에서 물리량을 구별
 ② 과학을 이용하면 현상이 예측가능 함 을 인식

2단계: 문제개발-개념도를 이용하여 알아낸 개념이 포함되어 있는 문제를 찾는다. 문제는 각종 서적이나 잡지, 인터넷의 여러 자료, 학술지 등을 참고한다. 가르치려고 의도한 개념(이 경우 속도, 가속도운동)을 포함한 현실적 문제들을 선정한다.

문제 예: 한 비행기가 고도 1km 상공에서 일정한 수평속도 500km/h 로 물속에서 허우적거리는 사람의 매우 가까이에 구멍 상자를 떨어뜨리려고 접근하고 있다. 여러분이 비행기 조종사라고 가정할 때 이 사람을 구조하기 위해서 시각(수평선과 구조해야할 사람 사이의 각도)이 얼마로 될 때 투하해야 할 것인가? 단, 투하 점을 원점으로 하고 바람의 영향은 무시한다. 중력 가속도는 10^{m/s²}로 한다.

3단계: 문제 해결 모형의 제시-문제 해결을 위한 지식, 개념의 습득을 위해서는 4차시의 학습이 필요하며 가장 적절한 수업 모형을 PBL 패키지-수업모형 결정기준표를 활용하여 제시한다.

① 벡터, 스칼라, 벡터합의 학습은 여러 가지 물리량들을 공통적인 속성으로 구별 짓는 것이며 등속도 운동과 가속도 운동 역시 학습자가 유의미하게 구별하려면 운동의 많은 예를 들어 보일 수 있어야한다. 따라서 많은 자료를 비교, 분석해서 결론

을 내리는 학습방법이 효과적이라 생각되므로 발견 학습 수업모형을 활용한다.

⇒ PBL/발견학습/ICT 수업모형

② 속도, 등속도, 가속도, 등가속도 운동에 대한 이해는 이들 운동은 감각적으로 수용하고 구별할 수 있는 것에서부터 출발한다. 이들 운동의 특징을 알고 운동의 예측을 위해서 공식화를 유도하고 그 과정에서 그래프를 해석하여 속도와 위치를 알아내는 법을 터득하도록 한다. 이 학습은 경험하기 어려운 다양한 운동을 ICT를 활용하여 다양한 탐색 활동을 하며 탐색한 결과와 공식화를 연결하는 학습방법이 효과적이므로 순환학습 수업모형을 활용한다. ⇒ PBL/순환학습/ICT수업모형

③ 자유낙하운동이 등가속도 운동임을 아는 방법은 뉴턴의 운동법칙이 필요하다. 그러나 개념도를 그려보면 학습의 위계상 지금 단계에서 뉴턴의 운동법칙을 도입하면 오히려 혼란만 가중된다. 따라서 지금 단계에서는 낙하운동이 과연 등가속도 운동인가를 가설을 설정하고 실험을 하여 검증하는 수업모형을 활용하도록 한다. 단, 자유낙하운동은 공기의 저항을 무시해야 하므로 실제 상황과는 다르다. 따라서 이 차이를 이해시키기 위해서 먼저 갈릴레이의 자유낙하운동에 대한 과학사적 문제를 학습하도록 하고 실험과 ICT의 시뮬레이션을 병행하여 학습하도록 한다. ⇒ PBL/가설검증학습/ICT 수업모형

④ 속도의 벡터결합이 어떤 결과를 나타내는가에 대한 학생들의 견해에는 오(誤)개념이 있을 수 있다. 수평으로 날아가는 비행기에서 던져진 물체의 궤적과 낙하시간이 어떻게 될 것인가를 예상하도록 한다. 만약 학생들이 수평으로 던져진 물체의 낙하시간은 같은 높이에서 자유 낙하한 물체의 낙하시간보다 길다는 선개념을 갖고 있다면 이 선개념은 많은 사람이 갖는 오개념이라고 보고 개념을 수정하는 학습 모형을 사용한다. ⇒ PBL/개념변화 학습/ICT 수업모형

4단계: 필요한 참고자료의 제시 단계 - ICT 활용부분만 소개한다.(교과와 내용)-(이름,주소)-

[누가/누구에게/어디에 있는/무엇으로/무엇을 이용하여/무슨 의도로/어떻게 한다]의 형식을 갖는다.

· 벡터, 스칼라, 벡터합-미국고교물리교육사이트 -<http://www.physicsclassroom.com/Class/newt-laws/newtlto.htm> [교사/학생/인터넷/web/홈페이지/ 지식, 개념을 전달하기위해/자료를 제시한다]

· 등속도, 가속도, 등가속도 가상실험과 그래프- 에듀넷 <http://old.edunet4u.net>-[학생/컴퓨터/인터넷/web/기관사이트/법칙과 원리를 탐구하기위해/탐색 한다]

· 자유낙하-동영상으로 보는 물리학의 이해-[교사/학생/CD-ROM/멀티미디어교육자료/시뮬레이션/ 지식, 개념을 전달하기위해/자료를 제시한다]

· 자유낙하의 과학사적 문제-차동우 교수 물리산책-[학생/전문가/인터넷/web/홈페이지/법칙, 원리의 탐구를 위해/의사소통한다]

· 속도-시간그래프의 계산-엑셀 프로그램-[학생/PC/스프레드시트/계산표를/문제해결의 도구로 활용하기위해/생산한다]

5. 결론 및 제언

과학기술의 발달로 인하여 지식의 수준은 점점 복잡해지며 빠르게 등장하는 새로운 지식의 출현으로 지식의 양은 폭발적으로 증가하고 있다. 이제는 평생학습의 시대이며 자기가 필요로 하는 학습을 능동적으로 해내는 능력이 필수적이라고 할 수 있다. 따라서 중등학교의 과학과 수업도 단순한 계산이나 선언적 지식의 암기와 비현실적인 문제의 풀이는 지양해야 할 것이다. 학생 스스로 학습할 지식을 찾고 실제적인 문제 해결에 원리와 개념을 이용하며 비판적, 창의적 사고를 배양하는 방향으로 학습의 목표를 바꿔야한다고 본다. 그러므로 선언적 지식, 원리, 개념은 학생 스스로 찾고 익히며 단순한 계산과 표현은 ICT의 도구를 이용하여 절차를 단순화하고 교사의 지도는 창의적사고와 비판적 사고, 원리의 적용과 같은 해결과정에 집중할 필요가 있다.

본 연구에서는 이러한 요구를 충족시키는 ICT 활용수업의 모형과 PBL 코스웨어 개발절차를 제시하였다. 과학교과에서 널리 사용되는 전통적 수업모형을 PBL의 문제 해결모형에 적용하고 교수-학

습에 사용되는 ICT의 활동 유형을 본 연구에서 개발한 규칙에 의해서 분류하였다. 패키지의 각종 양식은 지면 관계상 생략하였다. PBL 패키지를 난이도, ICT와 내용이 결합한 수준, 상호작용의 정도, ICT 활용 유형, 학습에 소요되는 시간으로 데이터베이스를 구축하고 교사들이 자료를 용이하게 부가할 수 있도록 ICT자원을 효율적으로 저장, 검색하는 형식을 제안하였다. 학습 환경의 발전을 위해서 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

1. PBL수업은 교재와 필관만으로는 어려운 수업이다. PBL학습초기에는 오히려 성취도가 낮아질 수 있으므로 교사나 학생 모두 모형에 대한 충분한 연습을 할 수 있도록 시설과 교재가 준비되어야 한다.
2. Web을 이용하여 학습에 필요한 자료들의 집합체인 Data Bank를 구현하여 각종 자료와 의사소통의 공간을 제공한다. 설계 시 고려할 사항은 다음과 같다. 첫째, 문제은행에서 제시하는 문제는 하위문제와 상위 문제의 해결 후에 도달하는 상위문제로 구조화한다. 문제는 난이도와 핵심개념을 같이 제시한다. 둘째, ICT 자료는 패키지 개발에서 보여준 것과 같이 활동 유형에 따라서 구조화한다.

참 고 문 헌

- [1] 이태욱 외(2001). ICT 교육론 형설출판사.
- [2] Barrows. H. (1994) Practice-based learning: Problem-based learning applied medical education - 강인애(2002). PBL의 이론과 실제. 문음사. 재인용
- [3] 한태명(2003). 교수·학습방법 및 자료 개발연구(과학과). 한국교육학술정보원.
- [4] 김애리 외(2001). 문제중심학습 패키지 개발. 성인간호학회지. 13권 제3호.
- [5] 나지현(2002). 과학과 ICT 활용 교수-학습 방안에 관한 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [6] 한길동(2002). ICT를 활용한 교수-학습 모형 설계. 대전대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [7] 안용식(2001). ICT를 활용한 중학교 기술 산업과 PBL 수업 사례 연구. 대전대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- [8] 장재현(2002). 웹상에서 문제중심학습 적용을 통한 정의적 효과에 관한 연구. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [9] 고민희(2002). 웹기반 PBL 모형 설계. 아주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [10] 정현(2002). 웹기반 PBL 모형 설계 및 구현. 인제대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [11] Smith, P. L. & Ragan(2002). T. J 저. 김동식의 역. 교수설계이론의 탐구. 원미사.
- [12] 정완호 외(1996). 과학수업 모형의 비교 분석 및 내용과 활동 유형에 따른 적정 과학 수업 모형의 고안. 한국과학교육학회지 16권 1호 pp. 13.
- [13] 이태욱 외(2001). ICT교육론. 형설출판사.
- [14] 남철우, 김석중(1998). 통합과학교육론. 학문사
- [15] 이태욱 외(2001). ICT 교육론 형설출판사. PLUS 모형

◎ 저자 소개 ◎



김재현 (Jaehyoun Kim)

1988년 성균관대학교 수학과 졸업(학사)
1992년 Western Illinois University 대학원 전산학과 졸업(석사)
2000년 Illinois Institute of Technology 대학원 전산학과 졸업(박사)
2001년~2002년 국민은행(구 주택은행) CTO
2002년~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 조교수
관심분야 : 객체지향 소프트웨어공학, 컴포넌트 기반 개발(CBD), etc.
E-mail: jhkim@comedu.skku.ac.kr



이윤규 (Yun Kyu Lee)

1987년 성균관대학교 물리학과 졸업(학사)
2005년 성균관대학교 교육대학원 졸업(컴퓨터교육전공)(석사)
1988년 새한미디어(주) 비디오생산라인 공정담당
1989년~현재 이화여자대학교사범대학부속 고등학교 교사
E-mail: simeon1405@hanmail.net