

TRIZ(트리즈)를 활용한 발명교육프로그램 개발

글 _ 조승호 _ 서울공업고등학교, josh62@unitel.co.kr · 정종완 _ 광남중학교, jjw408@hanmail.net ·
유승현 _ 아주대학교 기계공학과, ryseung@ajou.ac.kr

1. 서론

지식기반 사회의 교육 패러다임은 창의적인 문제해결능력이 있는 인간 육성을 지향하고 있으며, 이를 위해 기초능력을 강조하고 있다. 이러한 맥락에서 세계 각국은 핵심 기능(뉴질랜드:essential skill, 미국: foundation skill, 영국:core skill, 호주:key competencies)을 추출하여 교육에 적용하고 있다.

교육 패러다임의 변화는 더 이상 단순한 지식 전달이 아니라 인성과 능력을 포함하는 전인 교육과 고부가가치를 창출할 수 있는 고등정신 능력을 요구 하고 있다. 이러한 상황은 지식기반사회에서 국가경쟁력 강화를 위해 창의력과 문제해결능력에 초점을 두도록 만들었으며, 이 시대를 살아가는 모든 사람들에게 지식의 소비자가 아닌 지식의 창조자로서의 역할을 요구 하고 있다.

특히, 21세기 교육은 기술의 급속한 발달에 따른 사회적 변화와 요구를 반영하여 미래 사회를 살아가는 학생들에게 새로운 상황이나 문제에 능동적으로 대처할 수 있는 능력을 길러 주어야 하는데, 이러한 능력을 좀 더 체계적이고 실천적으로 길러 줄 수 있는 방안으로 제기되는 교육중의 하나가 발명교육이다.

우리나라의 발명교육은 초·중·고등학교의 발명반이나 발명교실에서 기초 공작 중심의 실험실습을 행하고, 대도시나 고학년 일수록 아이디어 창출에 관심

이 있는 것으로 나타났다. 하지만 각급 학교에서 발명 교육은 교육과정 미비, 교사의 전문성부족, 학부모 인식부족 그리고 학생의 지속적인 참여 부족 등으로 어려운 상황에 놓여 있으며, 무엇보다도 시급한 것은 창의적인 문제인식하에 체계적으로 해결안을 찾아가는 과정이 부족하다. 따라서 창의적인 문제해결을 개관적이고 체계적으로 접근하기 위해 TRIZ를 도입하여 발명교육 프로그램으로 개발할 필요성을 갖게 되었다.

발명교육 프로그램은 기존의 발명교육에 대한 시각 및 내용에 대한 분석을 토대로 체계적인 교육 프로그램의 개발 방향을 설정하고 이에 대한 구체적인 내용을 선정하는 일련의 교육 프로그램 개발 과정을 거쳐서 창의적인 발명 교재로 구체화되어진다. 그리고 이러한 교재를 토대로 발명교육에 대한 새로운 방법론적 접근이 이루어지면 학생들의 발명에 관한 지식, 기능, 태도 등의 발명 능력을 신장할 수 있는 교육적 효과를 기대할 수 있게 된다.

초·중·고등학교 학생의 체계적인 발명교육을 위해 2005년 하반기에 특허청의 발명교육센터가 설립되어, 현재 전체과정(초중고급 각 18시간)과 심화과정(초중고급 각 30시간)을 개설하여 운영 중에 있다. TRIZ는 심화과정의 고급(고등학교용)에서 본격적으로 다루고 있고, 중급(중학교용)에서는 일부만 다루고 있다.

이 프로그램은 고등학생을 대상으로 발명교육에서

‘창의적인 문제해결 능력을 갖춘 발명 영재’를 육성하기 위해 ‘발명에 관한 문제를 체계적인 접근 방법을 통하여 해결 할 수 있는 발명 능력을 기르는 것’을 목표로 하고 기존의 방법론에 추가하여 TRIZ를 도입함으로써 새로운 방법론 및 실제 교육내용의 개발에 관한 방법을 제안하고자 한다. 여기서는 CAD/CAM 학회지의 특성에 맞추어 TRIZ를 중점적으로 다룬 심화과정의 고급 내용에 대해서만 다루고자 한다.

2. 교육프로그램 개발의 개요

이 프로그램은 특허청 발명교육센터의 심화과정 교육프로그램 개발의 일환으로 개발되었다. 심화과정은 일반적으로 전체과정을 수강한 학생이나 발명에 재능을 가진 학생을 위한 교육프로그램이다. 이 교육프로그램은 발명교육센터의 요구에 따라 초등학생을 위한 초급, 중학생을 위한 중급, 고등학생을 위한 고급으로 구성되며, 각 30시간으로 이루어져있다.

초·중·고급의 교육 프로그램은 영재 심화과정 모형에 따라, 초급은 체험활동 중심으로, 중급은 다양한 체험을 토대로 한 표현하기와 창의적 문제해결 경험하기, 그리고 고급은 창의적 문제해결 익히기로 구성하였다. 체험의 교육내용은 학생의 발명이 주로 이루어지고 있는 ‘힘과 기계’, ‘전기와 전자’ 그리고 ‘물질과 변화’ 영역을 체험하고 익히게 하였다. 창의적 분

해결은 TRIZ의 기본 개념을 모듈로 나누어 익히게 하였고 발명문제를 단계에 따라 해결하게 하였다. 이 과정은 교육프로그램 개발 절차에 따라 개발되었다.

교육프로그램의 개발 방법은 문헌연구, 프로그램 모형 개발연구, 교재개발연구, 타당성 평가 연구, 실험연구 등의 방법으로 수행되었으며 구체적인 내용은 다음과 같다.(표 1)

심화과정의 고급은 TRIZ의 기본개념(24시간)과 창의적 문제해결과정(6시간)으로 구성된다. 이 교육 프로그램은 특허청의 발명교육센터 교육과정에 2006년부터 적용되어 운영되고 있으며, 운영 결과에 따라 차후에 수정 보완할 예정이다.

3. 교육프로그램 개발의 상세내용

3.1 교육 프로그램의 개발모형

발명교육 프로그램 개발 모형은 발명교육 프로그램을 개발하기 위한 모형이다. 이 모형을 개발하기 위해 앞에서 제시한 발명교육 프로그램 개발 준거에 기초하여 프로그램 개발 절차인 준비·개발·개선 단계에 따라 개발하였다.(그림 1)

3.2 교육 프로그램의 목적

지식기반 사회의 시대적 상황은 지식 창출의 주체

표 1. 발명교육 프로그램 개발을 위한 연구내용

연구 내용
· 창의적인 문제해결과 교육과정 핵심 파악
· 발명교육 프로그램 개발 방향의 구체화
· 발명교육 프로그램 개발 모형 구안
· 발명교육 프로그램에 활용할 교재 및 교육자료 개발
· 발명교육 프로그램의 현장 실험 연구 및 전문가 검토
· 발명교육 프로그램의 최종안 개발
· 발명교육프로그램의 활용 방안

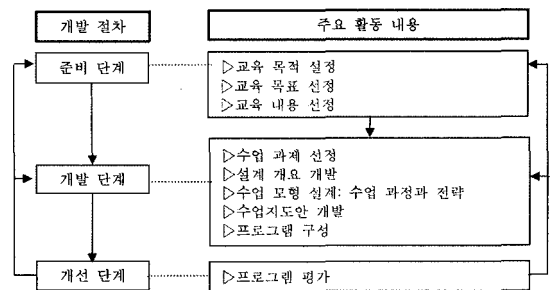


그림 1. 발명교육 프로그램 개발 모형

가 되는 인적 자원의 중요성을 강조하면서, 교육의 장에서 창의적사고, 비판적 사고, 의사 결정 능력, 문제 해결 능력, 협동심, 대인관계 능력 등과 같은 고등 사고(high order thinking) 능력을 갖춘 인재를 길러줄 것을 요구하게 되었다.[1] 또한 7차 교육과정에서 강조되고 있다. 이러한 주변의 상황과 교육프로그램 발주자의 요구에 따라, 교육 프로그램의 목적을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 창의적인 문제해결 능력을 갖춘 ‘발명 영재’를 육성한다.

둘째, 발명문제를 체계적인 접근 방법을 통하여 해결하는 능력을 기른다.

셋째, TRIZ를 도입함으로써 새로운 방법론 및 실제 교육내용을 개발한다.

3.3 교육 프로그램 목표

발명교육에서 ‘창의적인 문제해결 능력을 갖춘 발명영재’를 기르는 교육 목적을 실현하기 위해서는 발명교육의 목표를 선정하여 자세히 나타내야 한다. 여기서 발명교육의 목표는 발명에 관한 문제를 체계적인 접근방법에 근거하여 선정된 구체적인 하위목표는 TRIZ의 창의력 신장 방안과 교육목표 진술 방법을 고려하여 다음과 같이 구체화하였다.

첫째, 문제의 본질을 바르게 이해하여 진술할 수 있다.

둘째, 문제의 해결 방향을 바르게 설정할 수 있다.

셋째, 창의적인 문제의 모순을 찾아 근본적인 해결안을 제시할 수 있다.

넷째, 심리적 타성에서 벗어나 창의적인 해결안을 제시할 수 있다.

다섯째, 문제해결에 필요한 과학적 지식을 찾아 활용할 수 있다.

3.4 교육 프로그램의 과제 선정

과제 선정에 대한 준거들은 대체로 학습자를 위해

서는 흥미에 초점을 두고, 관련성에 있어서는 실세계나 일상생활에 근거하며, 과제 수행 활동에 있어서는 협동 학습으로 이루어지는 것을 제시하고 있다. 여기서는 흥미와 일상생활 근거, 협동적 활동, 창의적 사고, 산출물, 문제 해결적 접근 등을 토대로 하여 발명교육에 적합한 수업과제에 대한 준거를 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 실생활에 관련 있는 내용으로 흥미를 일으킬 수 있는 과제이어야 한다. [2]

둘째, 창의적인 사고를 토대로 다양한 산출물(아이디어나 작품 등)을 얻을 수 있어야 한다.[3]

셋째, 소집단별 협동학습으로 이루어질 수 있는 과제이어야 한다. [4], [6]

넷째, 창의적인 문제 해결적 접근에서 이루어질 수 있어야 한다. [7], [8], [9]

발명품은 새로운 기술로 만든 새로운 물건으로서, 천연물이 아닌 인공물이다. 발명은 초기에는 경험에 의존하다가 점차 체계적인 이론을 기초로 하는 공학 기술적인 방법에 의해서 이루어지고 있다.(그림 2)

또한 창의적 과제는 의도한 기능을 구현하는 발명 과정을 경험하고, 기술적 시스템을 완성시키는 과정이

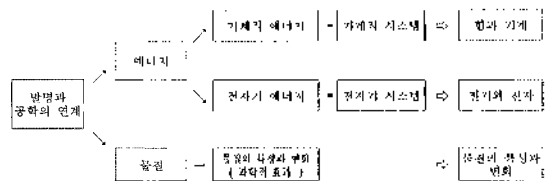


그림 2. 발명과 관련된 내용영역 및 지식의 선정

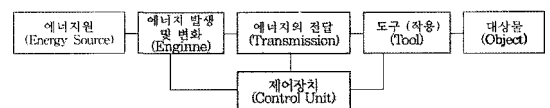


그림 3. TRIZ의 완전한 기술시스템

다. 다음과 같은 TRIZ의 완전한 기술 시스템을 목표로 한다.(그림 3)

3.5 설계개요 개발

수업과제가 선정된 후에, 과제의 핵심을 알려주는 지시서인 설계개요를(design brief) 개발하였다.(표 2) 설계개요에는 초·중급 과정에서 문제 상황, 준비물, 제한사항 등을 제시하였으며, TRIZ를 기반으로 한 고급과정에서는 주제이해, 지식습득, 해보기, 평가하기로 구분하여 제시하였다.

문제 상황은 고급 과정으로 높아질수록 비구조화 시켰다. 준비물은 해결안을 실현시키는 활동 시간을 최소화 하도록 가능한 레고 닥터의 블록이나 부드러운 소재와 간단한 도구를 사용하도록 하였다. 그리고 제한사항에는 과제 수행 활동에서 준수해야 할 내용을 서술하였다.

고급 과정에서는 TRIZ의 심화개념과 ‘창의적 발명 문제 해결하기’를 토대로 수업과제의 핵심을 제시하는 설계개요를 개발하였다. 이 과정의 설계개요는 모두 제시하였으며, 구체적으로는 주제이해, 지식습득,

표 2. 체험과정에서 설계 개요의 예

<p>1. 문제 상황</p> <p>창수네 학교에서는 매년 발명의 날을 맞아 창의적인 만들기 경진대회를 한다. 급년에는 움직이는 자동차를 만드는 데 속도성과 직진성, 예술성이 뛰어나야 좋은 점수를 받는다고 한다. 창수는 도전하기로 마음을 먹었다. ‘어떻게 해야 속도도 빠르고 똑바로 가며 모양도 뛰어나게 만들 수 있을까?’</p> <p>2. 준비물</p> <p>▶ 재료(1인 기준) 건전지(1.5v) 2개, 건전지홀더(1.5v×2개용) 1개, 보조용 전선(10cm) 1개, 슬라이스 스위치 1개, 전동기(3v용) 1개, 하드보드지(A4크기) 1장, 장식용 눈알 2개, 색종이 1묶음, 분도품, 양면테이프</p> <p>▶ 도구 - 필기구, 가위, 자, 송곳</p> <p>3. 제한사항</p> <p>1) 모형의 크기는 가로, 세로 길이가 20×20cm의 크기를 넘지 않는다. 2) 다리와 다리의 간격, 다리의 높이는 5cm 이상이 되어야 한다. 3) 주어진 재료만을 이용해야 한다.</p> <p>4. 문제해결하기</p> <p>▶ 동력전달의 원리를 이해하고, 진동으로 움직이는 자동차를 만들며 창의적으로 문제를 해결한다.</p> <p>1) 문제가 무엇인지 확인하고, 2) 어떻게 해결할 것인가 아이디어를 모으고, 3) 주어진 도구와 재료, 자료를 이용하여 문제를 해결한다. 4) 주어진 조건을 만족하는 해결방법이었던지 직접 평가도 해 본다.</p>
--

표 3. TRIZ 기본 개념 수업과정(고급과정)

과 정	주요 활동	세부 사항
1. 주제 이해	학습주제 확인하기	1. 주제의 핵심어를 찾기 2. 주제가 나타내는 개념을 파악하기 3. 무엇을, 어떻게 하여야 하는지 확인하기
2. 지식 습득	탐색 및 탐구하기	1. 기본 개념의 원리를 탐구하기 2. 모르는 부분을 찾아 익히기 3. 기본 개념의 핵심 요약하기 4. 주제에 따른 전체 내용을 재구성하여 창의적으로 표현하기
3. 해보기	채험 및 시험하기	1. 문제의 요구사항 파악하기 2. 요구사항에 따른 기본개념 찾기 3. 해결안의 제시하기 4. 해결안의 요구 조건 충족여부 확인하기 5. 충족시키지 못한 조건을 확인하고 수정하기
4. 평가	평가하기	1. 결과물을 발표 조건에 맞추어 창의적으로 표현하기 2. 결과물의 평가 요소에 맞추어 비판하기 3. 발견한 문제점의 대안을 찾아 수정하기

해보기, 평가의 과정으로 제시하였다.

3.5 수업모형 설계

3.5.1 수업 과정적 접근

발명능력을 가르기 위한 수업과정은 창의적인 문제 해결 과정인 문제의 이해, 해결책 탐색 및 개발, 실현, 평가에 따라 수업과정을 구성하였다.(표 3)

문제해결 과정은 문제의 이해에서부터 시작하여 문제에 대한 해결책을 탐색하고, 최선의 해결책 선택하여 실현한 후에, 그것을 평가하기까지의 일련의 과정으로 이루어진다. 이러한 과정을 통하여 학습자들은 여러 가지 요인들을 고려하고 선택하는 과정에서 창의적인 사고와 의사결정 능력과 같은 고등사고 능력을 기르게 된다.

3.5.2 수업 전략적 접근

발명교육을 위해 수업 전략적 관점에서 협동학습

에서의 ‘함께 학습하기(Learning Together : LT)’ 모형과 토의 학습 등을 중심으로 적용하였다. LT 모형은 ‘소집단에 공동의 학습 목표를 부여하고, 이를 달성하기 위하여 구성원간의 협동을 통하여 학습이 진행되는 것으로 긍정적 상호의존성을 바탕으로 한 소집단 내에서의 협동적 활동이 강조되는 학습 방식’이다. 집단 간에 경쟁을 없애고 협동할 수 있는 특성을 지니고 있기 때문에, 학습자 4 ~ 5명으로 구성되는 모둠별로 과제를 수행하도록 하였다. 그리고 이러한 협동학습 과정에서 모둠별 구성원들이 문제해결 과정에서 창의적인 아이디어를 내는데 효과적인 토의기법인 브레인스토밍 등도 활용하도록 하였다.

3.6 교재 내용 구성(고급과정)

고급 과정에서는 창의적 문제해결의 체계적인 접근을 위한 트리즈 심화 개념과 창의적인 문제해결 알고

표 4. 고급 과정 교재 내용 구성

과정	영역	세부 내용	시간	
고급과정 (30시간)	트리즈 심화개념	1. 창의적 발명과 트리즈	2	26
		2. 기술적 시스템	2	
		3. 모순	2	
		5. 자원	2	
		6. 작은 사람 모델	2	
		4. 이상적 해결안	2	
		7. 39가지 기술적 변수	2	
		8. 40가지 발명원리	2	
		9. 모순 행렬	2	
		10. 분리의 원리	2	
		11. 물질-장 모델	2	
		12. 과학적 효과	2	
		13. 기술진화의 법칙	2	
		트리즈를 이용한 문제해결	14. 창의적 발명문제 해결하기	4

리즘인 아리츠를 익혀서 발명 능력을 신장하는데 초점을 두었으며, 이를 위해 트리즈 및 아리츠의 영역에 기초하여 다음과 같이 내용을 구성하였다.(표 4)

4. 현장 실험 결과 분석(고급 과정)

4.1 실험 대상 및 적용

- 1) 서울에 소재하는 00공업고등학교의 각 학과(시스템자동화과, 중기자능차과, 선기과, 그래픽아트과, 세라믹디자인과)에서 추천받은 학생들 20명을 대상으로 하였다.
- 2) 심화과정 발명교육 프로그램 중 고급과정은 TRIZ를 중점적으로 다루고 있어서, 공업계 고등학교 학생들에게 생소한 용어와 새로운 사고방법에 대한 거부 또는 부정적인 반응은 더 민감하게 나타날 수 있다고 판단하여 적용하였다.
- 3) 학교일정에 따라 방과 후에 2~3시간씩 적용하여 30시간을 수행하였다.

4.2 설문지 개요

프로그램에 대한 설문지는 Likert 척도 5단계와 자유형으로 응답할 수 있도록 제시하였으며, 구체적으로 Likert 척도 5단계는 전혀 그렇지 않다(1점), 별로 그렇지 않다(2점), 그저 그렇다(3점), 어느 정도 그렇다(4점), 매우 그렇다(5점)로 구분하여 평정하였다.

4.3 결과분석

- 1) 설문 : 나는 프로그램의 내용이 발명을 이해하는데 도움이 되었다고 생각 한다
학생들의 응답은 평균(M) 3.5점이며, 대다수의 학생들(60%)이 발명을 이해하는데 도움이 되었다는 반응을 보였다.
- 2) 설문 : 나는 활동자료의 내용이 유익했다고 생각 한다
학생들의 응답은 평균(M) 3.75점이며, 활동자료가 학생들에게 유익하였다는 긍정적인 반응(75%)을 보였다.
- 3) 설문 : 나는 활동자료의 내용을 이해하기 쉬웠다

학생들의 응답은 평균(M) 3.25점이며, 활동 자료의 내용이 이해하기 쉬웠다는 학생들의 반응은 45%로 나타났다.

4) 설문 : 나는 프로그램에서 사용된 용어들을 쉽게 이해하였다'에 대한 학생들의 응답은 평균(M) 3.15점이며, 용어들을 쉽게 이해한 학생들은 40%로 나타났다.

5) 설문 : 여러분들은 친구들에게 이 프로그램을 추천해주고 싶습니까?

학생들의 응답은 대부분의 학생들이 친구들에게 프로그램을 추천해주고 싶다는 반응(90%)을 보였다. 구체적으로 친구에게 추천하겠다는 이유로서 고정관념 극복, 창의력 신장, 생각의 폭을 확대를 들었으며, 추천하고 싶지 않은 이유는 다른 것과 차별되는 것이 없다(10%)고 응답하였다.

5. 교육 프로그램 개발에 따른 기대 효과

가. 창의력과 문제해결에 기초한 창의적인 문제해결능력의 신장은 발명교육을 통해 좋은 결과로 이끌 기회를 가질 수 있다.

나. 이론적 탐색 결과인 교육과정, 학습 전략의 구체적인 사례와 자료는 발명교육의 실천적 사례로 제시될 수 있을 것이다.

다. 심화과정의 교육 프로그램은 창의적인 문제해결의 방법론에 기초한 발명교육의 모델을 제공해 줄 수 있으며, 새로운 차원에서 발명교육 프로그램을 이끌 기회를 제공할 수 있을 것이다.

라. 발명문제 해결을 위해 과학지식뿐만 아니라 공학적 지식의 활용과 과정을 다루어서 공학적 소양을 신장하는 계기를 가져올 수 있다.

마. TRIZ는 체계적인 문제해결 과정이며, 발명에서 사고방법과 도구 활용을 집중적으로 다룰 수 있는 기회를 제공한다.

사. 발명에서 TRIZ의 다양한 발명문제 해결방법을 경

험하고 적용할 수 있는 기회를 갖을 수 있다.

6. 결 론

발명교육에서 창의적인 해결안의 도출은 모두가 바라는 바이지만, 지금까지 해결안을 어떻게 도출하여 창의적인 결과로 이끌 수 있는가에 대한 구체적으로 체계화된 것은 없었다. 단지 심리학적 기반의 브레인 스토밍 등이 많이 활용될 뿐이었다. 하지만 TRIZ는 창의적인 해결안을 이끌 수 있는 사고 방법과 도구를 제시하고 있어, 발명교육에 도입한 이유이다.

이 연구를 통해서 학교 발명 교육에 필요한 교육학적 기본 체계와 TRIZ 체계를 갖춘 교재를 개발하였다. 이러한 시도는 국내에서는 학교발명교육에 처음 시도된 것이라는데 의미를 갖는다.

설문 결과에 따르면, 이번 연구에서 개발한 교육프로그램에 대해, 발명을 이해하는데 도움이 되었고, 유익하였으며, 친구에게 권하고 싶은 이유로 고정관념 극복, 창의력 신장, 생각 폭의 확대할 수 있기 때문이라고 하였다. 하지만, 학생들이 TRIZ 용어와 내용의 이해도가 다른 설문보다 낮은 것으로 나타났다. 차후에 TRIZ를 가르치는 것은 발명을 위한 것인 만큼, TRIZ를 익히는 것보다 활용하는 방법을 더 수정 보완하는 것이 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] 교육개혁위원회. 세계화 정보화 시대를 주도하는 신교육 체제 수립을 위한 교육 개혁 방안. 제2차 대통령보고서. 서울: 저자, 1995.
- [2] Herman, J. L., Ashchbacher, P. R. & Winters, L. , *A practical guide to alternative assessment. Association for supervision and curriculum development.* Virginia: Alexandria. 1992. [김경자. 수행평가 과제 제작의 원리와 실제. 이화여자대학교 출판부. 2000]
- [3] Macpherson, R. T. . *The relationship among content knowledge, technical experience, cognitive styles, critical thinking skills, and near transfer trouble shooting technological problem solving*

- skills of maintenance technicians*. Unpublished doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia., 1997.
- [4] Custer, R. L. . Examining the dimension of technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 5(3): 219-244. 1995.
- [5] Feldhusen, J. F. & Treffinger, D. J. . *Creative thinking and problem solving*. Dubuque, Iowa: Kendall/ Hunt., 1985.
- [6] Johnson, D. W. & Johnson, R. T. . *Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning*. MA: Allyn and Bacon, 1999.
- [7] 이상봉. 지식기반 사회에 대처하는 기술 교육의 과제와 개선 방향. *한국기술교육학회지*, 1(1): 15-29, 2001.
- [8] 장수웅. 기술교육에서 창의적인 문제 해결 수업을 위한 수행평가 도구의 개발. 미간행 박사학위 논문, 한국교원대학교 대학원, 2002.
- [9] Hutchinson, J., & Karsmitz, J. R. . *Design and problem solving in technology*. Albany, NY: Delmar Publisher, 1994.