

집단지성을 활용한 예비교사들의 과학지식 형성과정 탐색

김세미 · 김은진 · 김성원*

이화여자대학교

The Formation Process of Scientific Knowledge for Pre-service Science Teachers through Collective Intelligence

Kim, Semi · Kim, Eunjin · Kim, Sung-Won*

Ewha Womans University

Abstract: The purpose of this study was to investigate the process of constructing pre-service teachers' scientific knowledge information through collective intelligence. We selected the 'Appropriate Technology' (A.T.) as the subject for formation of scientific knowledge. Twenty nine pre-service teachers of the course 'Scientific Thinking and Writing in Science Education' were allowed to freely post information whenever they wanted. They presented their full opinions, interacted with each other, and assessed the other' information on the website for a month. The way of posting was as follows. After one pre-service teacher had written the information about A.T. on the website, the other assessed the text and added or modified the writing. This process continued. We analyzed every writing they posted and questionnaire which contained the reason why they modified the text. The result was as follows. Pre-service teachers formed collective intelligence through four stages. First, pre-service teachers started to find the information related to the subject and they just added the information behind the other's writing. In the second stage, information was added, too. But the difference was that the information they selected carried values for having certain views. Third, they organized their writings with logical and critical thinking. Finally, they revised their overall writing. The results showed that students could develop their critical thinking and they could learn the way of communication from the process of collective intelligence. We found the forming process of knowledge by collective intelligence, and explored the various involving patterns and thinking activities in the process. Based on this research, we expect the improvement of students' logical and critical thinking through the various classes using collective intelligence.

Key words: collective intelligence, pre-service science teacher, science knowledge formation

I. 서 론

과학지식은 과학자가 '관찰과 기록'을 통해 홀로 구성해 나가는 것이라기보다는 과학자 사회에서의 끊임없는 커뮤니케이션과 협상을 통해 형성되고 발달한다(이효녕, 조현준, 2010). 과학지식의 생성과정을 보면 초기지식이 생성되었을 때 이것이 수정·보완되거나 때로는 대체되기도 하면서 계속적으로 변화해 나간다는 것을 알 수 있다. 과학교육에서도 이러한 과학지식의 본성을 학생들에게 가르칠 것을 강조하고 있다. 2009 개정 교육과정에서는 모둠 학습을 통한 탐구활동에서 상호 협력이 중요함을 인식시킬 수 있도록

지도할 것을 명시하고 있다(교육과학기술부, 2011). 즉, 과학지식이 불변의 진리가 아니며 끊임없는 의사소통과 상호협력과정을 통해 형성된 것이라는 사실을 인식시키기 위해 모둠을 통한 의사소통 활동을 강조하고 있다.

이러한 맥락에서 실행되고 있는 집단 활동들은 협동학습의 형태로 이루어지고 있으며, 토론, 토의, 그리고 소집단 활동 등으로 구성되어 집단의 협력과 상호작용을 강조하고 있다. 협동학습이란 과학 학습에 있어 사회성을 바탕으로 한 일종의 강화된 소집단 학습으로서 활발한 토의를 유도하여 학생들이 능동적으로 학습과정에 참여할 수 있도록 하는 교수 방법이다

*교신저자: 김성원(sungwon@ewha.ac.kr)

**2013.04.29(접수), 2013.05.17(1심통과), 2013.06.21(2심통과), 2013.06.24(최종통과)

***본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 세계수준의 연구중심대학육성사업(WCU)으로부터 지원받아 수행되었습니다(R32-20109).

(정영란, 손대희, 2000; Johnson & Johnson, 1983). 협동학습을 통해 학생들은 사회적 상호작용을 경험하게 되고, 과학지식을 형성해 나가며, 자신의 지식과 생각을 사회적으로 공유하는 기회를 갖게 된다. 이러한 협동학습은 최근 들어 관심을 받고 있는 '집단지성(Collective Intelligence)'을 교육적으로 활용할 수 있는 하나의 방법으로 조명 받고 있다(양미경, 2011).

집단지성이란 '여러 개인들의 협력적 상호작용을 통해 시너지를 창출하는 공동체의 능력'으로서 개인이 개별적 과업을 했을 때와는 다르게 집단적 상호작용에 의해 새로운 통찰을 산출해내는 것을 의미한다(양미경, 2010). 여기서 집단이란 공통의 관심사나 목적을 가진 개인들이 형성된 모둠을 의미하며(윤호성, 이기동, 2011), 지성은 지식을 산출해 내는 주체로서 성찰, 결정, 실천 등의 개념이 모두 포함되어 있는 복합적인 사고 능력으로 설명될 수 있다(최항섭, 2009).

집단지성을 형성하기 위해서는 협동적 의사소통 과정이 필수적이다. 따라서 협동학습이 원활하게 이루어지지 않는다면 집단지성으로 산출되기는 힘들다(Mesmer-Magnus & DeChurch, 2009; Stasser & Titus, 1985). 왜냐하면 협동학습의 과정과 결과가 학생들에게 반드시 의미 있는 학습이 되는 것만은 아니며(강은희 외, 2012), 이것이 의미 있는 학습이 되기 위해서는 개인의 지성을 종합하고 조원들과 상호작용하고, 지식을 형성해 나가는 경험이 필요하기 때문이다(양미경, 2011). 따라서 집단지성의 결과가 새로운 통찰로 산출되기 위해서는 협동학습을 성공적으로 구현하기 위한 조건들을 충족해야 한다. 즉, 성공적인 집단지성의 되려면 상호작용이 원활하게 이루어져야 하며, 집단을 이루는 구성원들이 활발히 참여해야 하고, 상호작용에 의해 구성원들의 참여 및 능력이 촉진될 수 있어야 한다(Johnson & Johnson, 2009). 이러한 방식으로 형성된 지식은 개인적으로 생산해 낸 지식들과는 다른 새로운 형태의 교육적 결과를 제시해 줄 수 있기 때문에 과학교육에서 협동학습을 활용한 집단지성의 의미와 교육적 활용방안에 대한 연구가 필요하다.

집단지성에 대한 연구는 사회학, 경영학, 컴퓨터 과학, 커뮤니케이션학 등과 같이 다양한 분야에서 이루어졌으며 집단 행위를 탐구하는 방식으로 진행되어 왔다. 최근 교육 분야에서도 집단지성에 관심을 갖고 이것이 교육적으로 갖는 의미에 대해 강조하고 있다.

특히 집단지성활동으로 이루어진 교육은 학습자의 적극적 참여가 없이는 불가능하기 때문에 학습자 중심 수업을 실현할 수 있다는 점과 집단지성 활동을 통해 자신의 의견을 공유하고 다른 사람과 소통하는 능력을 신장시킬 수 있다는 점, 마지막으로 지속적인 협업 과정을 통한 협동학습을 할 수 있다는 점에서 교육적 함의를 지닌다 할 수 있다(김길모, 김성식, 2011). 이와 같은 집단지성의 교육적 의의를 기반으로 집단지성 내에서의 협업적 과정과 학습자 참여, 그리고 수업에서의 활용방안과 같은 연구들이 진행되고 있으나 과학교육분야에서의 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구는 과학교육에서의 집단지성이 발현될 수 있는 장을 제시하여 예비교사들이 집단지성을 어떻게 형성해 나가는지를 탐색하고, 동시에 형성 과정에서 나타나는 참여형태 및 사고활동에 대해 알아보고자 한다. 예비교사들이 경험한 교육의 질과 내용은 교육현장에서의 수업 전문성을 함양하는데 있어 기본적 토대를 제공하기 때문에 집단지성이라는 새로운 형태의 교육방식을 예비교사에게 우선적으로 실시하는 것이 적절하다 하겠다(조경원, 2004). 뿐만 아니라 집단지성 활동은 학습자 중심의 활동이며, 학습자 스스로 지식을 구성해 나가면서 그 과정에서 자연스럽게 지식을 습득하고 의사소통을 원활하게 하는 방법을 익히게 되는 것이기 때문에, 예비교사들이 직접 이러한 활동을 경험해 보는 것이 매우 중요하다. 그 과정에서 학습자가 학습목표에 달성하기 위해 필요한 상황이나 환경을 이해하게 될 것이며, 동시에 안내자로서의 교사의 역할도 인지할 수 있기 때문에 향후 학교 현장에서 올바른 집단 지성 형성을 위한 교사의 역할을 체득하게 된다는 점에서 교사 전문성 향상 프로그램으로서의 가치를 지닌다 할 수 있겠다.

이 연구를 통해 집단지성이 과학교육에서 어떻게 구현될 수 있는지에 대해 탐색할 수 있을 것이며, 예비교사들에게 과학지식과 본성에 대한 이해를 돕고 의사소통을 활용한 학습방법을 구축하여 이와 관련한 과학교육 방안을 모색하는데 시사점을 제공할 것이다.

II. 이론적 배경

가. 집단지성

절대적으로 참인 지식을 추구하던 과거와는 달리

현대에서 지식의 의미는 사회에서 경험하는 다양한 자연적·사회적인 현상을 인간이 스스로 해석해 나가고 구성해나가는 것이라 할 수 있다(Nonaka, 1994; Blackler, 1995). 일전까지는 전문가 집단에 의해 협의된 내용이 신뢰성 있는 지식으로 이야기되어 왔지만, 전문가의 지식은 17세기를 거치면서 이미 유럽의 과학 영역에서 항상 절대적이지는 않게 되었다(Ziman, 1978). 더불어, 불특정 다수가 하나의 집단으로 구성되었을 때 예상하지 못한 결론까지 도출할 수 있다는 이야기는 매우 놀라운 것이었으며, 이로써 다중의 소통을 통해 정보를 공유하고 공통성을 만들어어나가는 능동적인 주체의 중요성이 다시 한 번 논의되고 있다(윤수중, 2006; Jenkins, 2006).

이처럼 공통의 목적에 관심이나 흥미를 가진 개인들이 자발적으로 참여하여 협조와 경쟁을 함으로써 지식을 생산해 내는 것, 그리고 전문가 집단뿐만 아니라 대중으로 구성된 집단에 의해 성장해 나가는 지식 체계를 우리는 집단지성이라고 한다(이희은, 2009; Levy, 1994; Nguyen, 2008). Levy(1994)는 집단지성을 “어디에나 분포하며 지속적으로 가치가 부여되고, 실시간으로 조정되며, 역량의 실제적 동원에 이르는 지성”이라 정의하였고, Surowiecki(2004) 역시 전문가 개인의 지식에 대한 믿음에서 더 나아가 대중이 모여서 만들어진 집단은 우수한 개인 한사람보다 더 훌륭한 해결책을 제시할 수 있다고 이야기하며, 개 개인의 지식이 복잡하게 얽혀 개인의 능력의 단순한 합보다 더 좋은 결과를 도출하는 집단지성의 힘을 강조하였다.

집단지성이 구현되는 데에는 다양한 요인들의 영향을 받는다. 김명준과 이기중(2010)은 집단지성의 생성요인을 내재적요인, 외부적 요인으로 구분하였다. 내재적 요인은 주제에 대해 동기를 가지고 스스로 생각하는 개인적 영역인 인간의 관심, 공동체의 일원으로써 집단 내에서 볼 수 있는 관계를 포함한다. 또한 외적인 요인은 자유와 기술을 이야기하는데, 이는 집단지성이 발현하기 위한 환경적 요인을 의미한다. 자유란 주제에 대한 제한이 없이 자신의 지식을 표출하거나 원하는 목적에 알맞은 지식을 찾을 수 있는 정치·경제적인 환경과 관련 되며, 사람들 간의 상호 교류에 영향을 미치는 기술적인 환경 역시 집단지성이 얼마나 효과적으로 구현될 수 있는가에 영향을 주는 요인이라고 이야기하고 있다.

이렇게 개인적인 지식이나 정체성은 사회적 유대를 통해 교환하게 된다. 이를 통해 집단 구성원들은 서로의 지식에 가치를 부여하고 자신의 지식을 팽창시켜 나간다. 각 개인은 서로 다른 정체성과 가치관을 가지고 있지만 이들은 공통의 목적이 있기 때문에 자발적으로 참여하여 집단지성을 형성한다. 이 때 참여자들은 서로 다른 주관적인 지식을 갖춘 개인들이 정보교환을 통해 지식 구성을 할 때에는 단순히 상호이해만 일어나는 것이 아니라 의견의 충돌도 함께 일어날 수 있으며, 이것은 집단지성에서 발생하는 상호작용의 특징이라 할 수 있다.

일반대중의 지식창출능력은 우리나라에서도 부각되고 있는데, 이는 집단지성 논의의 주된 초점 중 하나이다.(송경재, 2008; 윤수중, 2006; 조희정, 강상묵, 2008; 허태희, 장우영, 2009). 국내에서도 집단지성 구성 과정의 참여자들은 각자 전혀 다른 결과를 얻게 되는 개별적인 작업을 했을 때와는 다르게 타인과의 합의의 과정을 거치며 이를 통해 새로운 통찰을 얻게 된다는 점에 주목하고 있다(양미경, 2010). 이를 위해서 기본적으로 요구되는 것이 집단 구성원들의 의도적이고 목표지향적인 참여이며, 구성원들 사이의 의사소통을 위해서는 웹 기반 커뮤니티가 큰 역할을 한다(Leadbeater, 2008). Leadbeater(2008)는 집단지성 자체를 웹이 창조한 혁신적인 집단적 사고방식이라고 언급하였다. 여기에서 이야기되는 대표적인 지식 구성도구의 예가 바로 위키피디아이다.

위키피디아에서는 과학, 문화, 사업, 학문 등 다양한 영역에 서로 다른 장점, 기술, 노하우를 가진 개별적인 구성원들이 다양성과 공통의 가치, 독립된 사고와 공통체적 특성을 가지고 참여한다. 이 참여를 적절히 결합하여 협업할 때 강력한 집단지성이 탄생한다. 위키피디아 방식은 크게 개방성, 목적성, 현재성이라는 3가지 특성을 띠고 있다(이희은, 2009). 개방성이란 네트워크의 개방성을 의미한다. 즉, 원한다면 누구나 언제든지 인터넷 공간에 참여할 수 있어야 한다. 이 연구에서는 주어진 주제에 대해 기술할 수 있도록 해당 강의의 사이버 강의실에 인터넷공간을 제공하여 수업을 수강하는 학생이면 누구나 참여할 수 있도록 하였다. 또한 학생들이 자유롭게 참여할 수 있도록 참여횟수의 제한을 두지 않았다.

위키피디아의 두 번째 특성인 목적성은 하나의 결과물을 만들기 위해 여러 개인들이 서로 이해하거나

충돌하거나 협상하는 것을 가리키는데, 이러한 특성을 적용하기 위하여 적정기술이라는 주제를 미리 공지한 시간에 제시하여 주고 난 후, 주제이외의 어떠한 관련지식도 제공하지 않았다. 학생들은 스스로 지식을 찾고, 자신의 판단을 통해 지식을 검증한 후 글을 게시할 수 있도록 하였다. 또한 게시 글은 리포트나 보고서와 같이 스스로 처음부터 끝까지 게시하는 것이 아니라, 자신보다 앞에 게시한 글을 기준으로 이를 수정하거나 새로운 내용을 추가하거나, 불필요한 내용을 삭제하도록 하였다. 이 과정은 다른 학생이 앞서 제시한 기존지식을 논리적·비판적 잣대로 판단하고, 자신이 검증한 새로운 지식을 첨가하는 협상의 과정이 포함되어 있기에 위키피디아의 목적성이라는 특성을 충족시킨다.

세 번째 특성은 현재성이다. 현재성이란 위키피디아에 기록된 내용이 언제든지 변화되고 수정될 가능성을 지니고 있는 것을 이야기 한다. 본 연구에서 역시 적정기술에 대해 게시된 글들이 여러 다른 학생들에 의해 거듭해서 변화하고 수정되는 과정을 탐색하는 것이 목적이기 때문에 현재성을 내포하고 있다.

실제적으로 위키피디아와 같은 집단 지식의 구성도구 내에서 집단의 노력의 중요성에 대한 연구의 목소리가 점차 커지자 이에 대한 다양한 비판의 목소리 역시 나오고 있다. 이러한 지식의 구성 내에서 사람이 정보를 어떻게 구성하여 지식을 어떤 방향으로 만들어 낼지는 개개인의 능력과 인성 등 다양한 면을 반영하는 동전의 양면과 같다(Leadbeater, 2008). 이러한 활동이 활발하게 일어나는 미래사회에서 살아가기 위해서는 방대한 정보 중에서 자신의 목표에 알맞은 정보를 선택하고 구성하는 인지적 능력이 무엇보다도 요구된다. 따라서 자신의 지식을 표현할 줄 알고, 이를 효과적으로 구성하며, 그 지식을 다른 사람과 나누고, 타인의 정보를 내재화 하여 재구성 할 수 있도록 새로운 지식을 생산하고 구성하는 교육이 필요할 것이다.

III. 연구 방법 및 절차

본 연구는 2012년 1학기에 개설된 과학논리논술 과목의 수강자들을 대상으로 집단지성 형성에 참여한 글과 질문지를 통해 과학 예비교사들의 집단지성 형성과정과 과정 안에서 일어나는 다양한 활동에 대해 알아보는데 목적을 두고 있다. 이를 위해 사이버 공간

에서 집단지성을 형성할 수 있는 장을 마련하였으며, ‘적정기술’이라는 주제를 제시하여 관련 주제에 대한 지성을 더하고 협력적 글쓰기를 통해 지성을 형성해 나가도록 하였다. 또한 질문지를 통해 자신이 해당 부분에 참여한 내용과 이유에 대해 기술하도록 하였으며, 예비교사들이 참여한 모든 글을 읽고 질문지와 상호적으로 분석하였다. 연구자들은 주제선정에서부터 자료 분석까지 다음의 연구 절차 및 방법을 통해 연구를 진행하였다.

가. 연구대상

예비교사들의 집단적 과학 글쓰기활동을 통한 과학 지식 형성과정을 탐색하기 위하여 2012년 1학기 E대학교에 개설된 과학논리논술 과목의 수강자들을 대상으로 연구를 실시하였다.

과학논리논술 과목은 예비교사들이 과학에서 요구되는 논리적 사고를 습득하고, 이를 글로 표현할 수 있도록 토론과 글쓰기 활동으로 구성되어 있다. 연구에 참여한 예비교사들은 이 과목의 수강자 29명이었다. 수강자 모두 과학교육 전공자들이며 세부전공을 살펴보면, 지구과학교육 11명, 생물교육 3명, 물리교육 15명이었다. 또한 참여자들은 이전에 집단적 글쓰기 활동을 경험해 보지 않은 학생들로서 본 수업을 통해 처음으로 과학 논리와 글쓰기 활동을 익히고 난 후 안내된 유의사항에 따라 집단적 글쓰기 활동을 실시하였다.

나. 연구절차

1) 주제선정

과학에서의 집단지성 형성과정을 탐색하기 위한 주제선정에는 여러 가지 조건이 고려되어야 한다. 다중의 참가자가 참여하여 지성을 형성해 나가는 만큼 과학과 관련된 폭넓은 관점을 내포하고 있는 주제여야 한다. 따라서 주제선정을 위해 고려되어야 하는 조건을 다음과 같이 기술하였다.

첫 번째 조건은 과학교육과 관련된 주제여야 한다는 것이다. 본 연구는 예비 과학교사들을 대상으로 실시되는 것이므로 과학적 주제이면서 동시에 교육적 함의도 내포하고 있는 주제여야 한다. 즉, 주제에 대한 지성을 형성하면서 주제와 관련한 지식을 습득할

수 있도록 과학교육 학습에 의미가 있는 주제로 선정해야 한다.

주제 선정의 두 번째 조건은 사회 속 과학 쟁점을 포함하고 있는 주제여야 한다는 것이다. 사회 속 과학 쟁점은 과학적 소양을 함양하는데 도움을 줄 뿐 아니라 관련 내용을 이해하고 그 과정에서 의사결정 능력을 신장시키는 데 영향을 미치기 때문이다(박지영, 김희백, 2011; Lederman, 2003). 또한 여러 사람이 하나의 주제에 대해 같은 관점을 가질 수는 없기 때문에 하나의 주제이더라도 서로 다른 시각을 제시할 수 있도록 쟁점을 포함한 주제로 선정해야 한다.

세 번째 조건은 주제의 관련 내용이 사전에 너무 많이 알려지지 않은 것이어야 한다는 것이다. 학생들이 이미 알고 있는 주제들은 지식이 형성되어가는 과정을 단계적으로 보여주기 힘들다. 집단 지성이 어떻게 지식형성에 관여하는지를 살펴보려면 여러 사람이 하나의 주제에 대해 지식을 더해가고, 수정해 나가고, 반박하는 과정이 모두 일어나야 하는데, 너무 많이 알려진 지식은 이미 그러한 과정이 이루어진 결정체이기 때문이다. 즉, 많이 알려진 정보들은 예비교사들이 쉽게 관련 지식을 접할 수 있고, 이미 방대한 양의 지식이 형성 되어있기 때문에 본 연구에서는 다소 생소한 주제를 제시함으로써 지식이 어떻게 형성되어나가고, 변화되어 가는지를 확인 할 수 있도록 하였다.

네 번째 조건은 제시되는 주제가 간 학문적이어야 한다는 것이다. 사회적 쟁점을 포함하고 있는 주제라는 것은 이 주제가 사회, 정치, 과학, 윤리 등 여러 분야에 걸쳐 제시될 수 있는 주제라는 것을 의미한다. 간 학문적 영역의 주제일 때 예비교사들은 정보를 구성하는데 있어 다양한 관점을 접할 수 있게 되며, 이는 집단지성을 통해 예비교사들의 사고를 확장시킬 수 있는 기회를 제공할 것이다.

지금까지 제시한 네 가지 조건을 충족하며, 교육적으로 의의가 있는 주제로 선정된 것이 '적정기술(適正技術, appropriate technology)'이다. 적정기술(Appropriate Technology)이란 "공동체의 문화적, 정치적, 환경적인 면을 고려하여 만들어진 기술"로 인간의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 기술을 말한다(이성미, 이지현, 2012). 적정기술은 대형화, 전문화, 대량화하는 거대 기술과는 다르게 소외계층에게 유용한 중간 수준의 기술이며 저개발국, 저소득층의 삶의 질 향상과 빈곤퇴치 등을 위해 개발된 기술을 의미한다

(최지연, 2012). 적정기술은 학생들에게 다소 생소한 주제였기 때문에 학생들이 관련지식을 찾아 지식을 구성해 나갈 수 있는 주제로 적합하다고 판단되었다. 또한 적정기술의 정의에서 볼 수 있듯이, 해당 주제는 과학기술에 의한 가시적 개발을 우선으로 하는 입장과 과학기술을 사용할 때 고려되어야 하는 질적 가치를 중시하는 입장이 동시에 공존하고 있기 때문에 쟁점을 포함하고 있는 주제이다. 뿐만 아니라 적정기술이라는 것 자체가 과학기술과 관련된 정치적, 문화적, 환경적 조건을 고려하는 것이므로, 간 학문적 주제임을 알 수 있다. 예비교사들은 해당 주제에 대한 지식을 형성해 나가면서 과학기술의 사용과, 이것이 인간 생활에 미치는 영향이 어떠한지를 스스로 학습해 나갈 수 있을 것이다.

2) 검사도구

과학지식을 형성해 나가는 과정을 탐색하기 위해서 본 연구에서는 위키피디아 방식을 해당 연구에 적합한 형태로 수정하여 제시하였다. 그러나 위키피디아 방식은 여러 사람에 의해 지식이 수정되고 변화하는 과정을 보여준다기보다는 수집된 지식의 최종형태를 제시해주는 형식이기 때문에 지식형성의 변화과정을 자세히 파악하는 데에는 어려움이 있다. 따라서 집단적 글쓰기 활동을 하되, 참여 과정을 자세히 살펴보기 위해 학생들이 지식 형성에 참여할 때의 이유와 상황을 탐색할 수 있도록 질문지를 제시하여 이에 기술하도록 하였다.

연구는 2012년 1학기 E대학교에 개설된 과학논리 논술 수업을 수강하는 예비교사들을 대상으로 실시되었다. 해당 수업은 4학년을 위해 개설된 수업이기 때문에, 이를 수강하는 예비교사들의 교생실습 기간 동안 집단지성 활동을 사이버 상에서 수행하는 과제로 제시하여 참여도에 따라 개인별로 점수를 가산하였다. 집단지성이 과제의 형태로 제시된 것은 효과적인 집단지성이 되기 위한 협동학습의 조건인 개인의 책무성을 강조하기 위함이다.

본교는 수업의 보조적 공간으로 사이버 캠퍼스를 제공하고 있으며, 해당 수업의 사이버 캠퍼스에서 집단지성 활동을 위한 게시판을 개설하였다. 즉, 장소와 시간에 구애받지 않도록 참여의 편의를 제공하여 구성원들의 활발한 참여를 이끌어 내도록 하였다. 또한 이것은 면대면이 아닌 가상의 공간에서 일어나는 상

호작용으로써 참여에 대한 부담을 줄일 수 있는 방식이기 때문에 협동학습의 조건인 구성원들의 활발한 참여 및 상호작용 촉진을 유도하는 방식으로 적합하다 하겠다.

이 게시판에는 ‘적정기술’이라는 주제어 이외에 다른 어떤 내용도 주어지지 않았고, 오로지 예비교사 29명이 하나의 집단을 이루어 그들의 참여만으로 집단 지성을 형성하도록 하였다. 즉, 집단의 구성원들이 게시한 글만으로 지성의 결과를 이끌어 내도록 하였으며, 사전에 참여방식을 상세히 안내하여 자연스럽게 상호작용이 이루어지도록 하였다. 또한 예비교사들이 수정하거나 추가한 정보가 무엇인지 파악하기 위해 이러한 정보들은 볼드체로 표시하게 하였으며, 삭제한 정보 역시 지우지 않고 취소선으로 표시하도록 하였다(그림 1). 이 활동은 한 달의 기간 동안 실시되었고, 예비교사들의 참여횟수는 제한하지 않았다.

으로 글을 게시할 가능성이 있다. 이러한 혼란을 해결하기 위해 두 가지 규칙을 제시하였는데, 그 중 첫 번째 규칙은 2명 이상이 동시에 게시판에 글을 올린 경우 시간적으로 먼저 게시된 글을 인정하도록 한 것이다. 만약 학생이 글을 게시한 이후, 같은 글에 대해서 자신보다 앞서 다른 학생이 글을 게시한 것이 확인된다면, 스스로 자신의 글을 삭제하도록 하여 혼란을 줄였다. 두 번째 규칙은 본인의 글이 다른 학생에 의해 수정된 이후에는 자신의 글을 더 이상 수정할 수 없도록 하는 것이다. 다른 학생들에 의해 수정되기 전의 글은 언제든지 수정 가능하지만, 이미 다른 학생이 자신의 글을 수정하였다면 기존의 글은 더 이상 수정이 불가하다. 이와 같이 기본적으로 위키피디아와 같은 방식으로 지식을 형성하는 상황을 제시하였으나 연구의 목적에 적합하도록 몇 가지 세부적인 규칙을 추가하여 연구를 실시하였다.

a. 지식형성과정 탐색

본 연구는 지식형성이 한 달이라는 기간으로 한정되어 있기 때문에, 같은 시간에 여러 학생들이 산발적

b. 질문지 개발

적정기술이라는 주제로 사이버 강의실에 게시한 글들은 예비교사 개개인의 논리적 검증을 통해 변화되

슈마허에 의한 중간기술의 정의는 다음과 같다. ① 사람들이 살고 있는 지역에 존재해야 한다. ② 일반적인 사용이 가능할 만큼 충분히 저렴해야 한다. ③ 희소자원의 낭비가 적어야 한다. ④ 분산형 에너지를 사용해야 한다. ⑤ 상대적으로 간단한 기술과 현지 재료를 사용한다. ⑥ 일자리를 창출할 수 있는 기술로 이어져야 한다.

기술적 관점에서 어떠한 기술은 그것이 지역적, 문화적, 경제적 조건과 양립가능하고, 지역적으로 물질과 에너지원이 이용가능하며, 그리고 그 지역이 사람들에게 의해 그 도구와 과정들이 유지, 작동할 수 있을 때 적절한 것으로 여겨진다. 따라서, 기술은 그것이 사용되는 문화, 사회, 경제, 정치적 기구들과 조화를 이루는 수준에서 ‘적정한’ 것으로 간주된다.



슈마허에 의한 중간기술의 정의는 다음과 같다. ① 사람들이 살고 있는 지역에 존재해야 한다. ② 일반적인 사용이 가능할 만큼 충분히 저렴해야 한다. ③ 희소자원의 낭비가 적어야 한다. ④ 분산형 에너지를 사용해야 한다. ⑤ 상대적으로 간단한 기술과 현지 재료를 사용한다. ⑥ 일자리를 창출할 수 있는 기술로 이어져야 한다.

슈마허가 제시한 ‘중간기술’은 그 후에 ‘적정기술’ 또는 ‘대안기술’이라는 개념으로 발전된다. 하지만 오늘날에는 ‘적정기술’이 다른 두 개념에 비해 선호되는데 이는 세 개념이 모두 비슷한 의미를 지니고 있음에도 불구하고 ‘중간기술’이나 ‘대안기술’의 경우 이것이 항상 적절한 기술을 의미하는지 명확하지 않기 때문이다.

기술적 관점에서 어떠한 기술은 그것이 지역적, 문화적, 경제적 조건과 양립가능하고, 지역적으로 물질과 에너지원이 이용가능하며, 그리고 그 지역이 사람들에게 의해 그 도구와 과정들이 유지, 작동할 수 있을 때 적절한 것으로 여겨진다. 따라서, 기술은 그것이 사용되는 문화, 사회, 경제, 정치적 기구들과 조화를 이루는 수준에서 ‘적정한’ 것으로 간주된다.

그림 1 집단지성 작성 형식 예시

었다. 그러나 학생들이 제시한 게시물들은 앞서 제시한 글들을 수정한 결과이며, 수정의 과정에서 필요한 논리·비판적 검증과정이 생략되어 있다. 따라서 이러한 논리·비판적 검증과정을 살펴보기 위해 학생들에게 질문지를 제시하여 글을 수정해 나가는 과정을 분석할 수 있도록 하였다. 질문지는 기존의 게시물을 학생이 어떻게 수정하였는지를 기술하도록 요구하였고, 더불어 자신이 해당 지식을 수정한 이유에 대해 설명하도록 하였다. 본 연구에서 개발한 질문지는 다음과 같은 내용으로 구성되어 있다(그림 2).

3) 자료 분석

예비교사들의 집단적 과학지식형성과정을 탐색하기 위하여 총 2차례의 분석이 실시되었다. 1차 분석은 사이버 강의실에서 한 달 동안 진행된 지식형성과정을 분석하여 집단에 의해 생성된 과학지식이 어떠한 단계로 변화되고 발전해 나가는지를 탐색하는 방식으로 실시되었다 즉, 모든 예비교사들이 게시 글을 게시한 순서에 따라 살펴보고, 어떠한 정보가 추가되고 어떠한 방식으로 수정되었는지를 분석하였다. 2차 분석은 참여자들 개개인이 작성한 질문지를 토대로 실행

되었다. 지식형성에 참여할 때마다 그 단계의 지식형성에 참여한 이유와 자신의 글을 신뢰하는 이유를 질문지에 작성하도록 하여 지식을 수정한 내용과 그 이유를 보다 자세히 분석하였다. 연구의 신뢰도를 높이기 위해 Lincoln과 Guba(1985)가 제시한 삼각기법을 토대로 자료를 분석하였으며, 분석을 위해 3인의 연구자와 과학교육전문가 1인이 참여하였다. 삼각기법이란 주관적 자료와 객관적, 관찰적 또는 숫자상의 자료를 범주화 한 결과를 서로 다른 관점에서 비교하여 개념의 속성과 경계를 확인함으로써 개념에 대한 좀 더 정확한 설명력을 제공하는 것이다(Streubert & Carpenter, 1999) 본 연구는 삼각기법을 통한 연구의 검증을 위해 3인의 연구자와 과학교육전문가 1인이 분석에 참여하여 집단지성이 어떠한 과정을 통해 형성되어 가는지를 면밀히 분석하고, 토의를 통해 합의된 내용을 결과로 이끌어 내었다. 연구진행과정은 다음과 같다. 우선 3인의 연구자가 사이버 강의실에 게시된 모든 글을 시간적 순서대로 각자 분석한 후, 형성과정과 각 과정에서 나타나는 주된 인지적 활동에 대한 분석 결과를 토의하였다. 이후 3인의 연구자는 예비교사들이 작성한 질문지를 상호적으로 비교하

지식생성과정 질문지		이름	
		전공	
		학번	
다음의 질문에 상세히 기술하십시오. 단, 분량 제한은 없으며, 참여횟수와 기술내용에 따라 평가에 반영될 예정입니다.			
I 내가 생산한 지식			
A. 참여횟수			
B. 참여한 내용을 모두 기술하십시오.			
	수정 전 내용	내가 수정한 내용	
1			
2			

C. 그 부분에 참여한 이유를 상세히 기술하십시오.	
1	
2	

그림 2 지식생성과정 질문지

여 2차적 분석을 실시하였으며, 이러한 토의결과를 바탕으로 3인의 연구자와 과학교육전문가 1인이 형성 과정과 각 단계에서의 참여형태 및 사고활동에 대한 연구자간의 통합을 이끌어 내기 위하여 최종분석을 실시하였다. 이를 통해 집단에 의한 과학지식의 형성 과정을 단계별로 살펴 볼 수 있었다.

IV. 연구 결과

예비교사들의 집단지성이 구성되어 나가는 과정을 탐색하는 동안 눈에 띄게 나타나는 형성과정의 특징이 총 4가지로 나타났다. 이 4가지의 특징을 지식구성의 시간적 흐름에 따라 4단계로 이름 지어 구분하였다. 각 단계에서는 기본적으로 여러 참여자들이 찾은 정보가 첨가되고 수정되는 활동이 계속적으로 일어났다. 그러나 이 때 정보의 수정과 추가 작업뿐만 아니라 그 외의 참여활동이 나타나는 것도 확인할 수 있었다. 이러한 참여 활동들은 참여자가 게시한 글과 질문지를 함께 분석함으로써 더욱 확연하게 구분할 수 있었다. 집단지성 형성의 단계는 크게 정보 팽창단계에서 시작되어 가치정보의 출현단계를 거쳐 논리·비판적 사고 단계, 그리고 마지막으로 퇴고단계로 구성이 되는 모습을 보였다.

가. 정보팽창 단계

집단지성 구성에 있어서 첫 번째로 나타나는 주된 특징은 정보의 팽창이다. 연구자들은 적정기술이라는 주제만 제시해 준 후, 참여자들로 하여금 자유롭게 글을 게시하도록 하였다. 가장 처음에 참여한 참여자는 적정기술의 정의에 대해 두 줄의 분량으로 기술하였고, 이에 두 번째 참여자가 새로운 정보를 덧붙이는 방식으로 정보가 축적되어 나갔다. 정보 팽창 단계에서는 기존의 정보에 새로운 정보를 추가하거나, 이미 언급된 정보를 보다 상세화 혹은 구체화시키는 활동을 하는 모습이 나타났다.

간단한 정의로 시작된 정보는 계속적으로 새로운 정보가 추가되어 점차 그 내용이 풍부해져 갔으며, 이 과정의 참여자는 자신이 참여한 이유에 대해 다음과 같이 질문지에 기술하였다.

“적정기술에 대한 정의와 개념이 이전까지는 너무나 사전적인 의미로만 이루어져 있었다. 일반인이 적정기술에 대한 정의가 적혀져 있는 것을 보고 이를 충분히 이해하기 위해서는 조금 더 구체적인 내용이 필요할 것으로 생각되었다. 다시 말해, 적정기술의 본질을 충분히 표현할 수 있는 내용을 보충하는 것

적정기술은 특정한 지역에서 효율적으로 원하는 결과를 얻을 수 있게 하는 가장 단순한 수준의 기술을 말한다.



적정기술(Appropriate Technology)은 1973년 슈마허가 “작은 것이 아름답다”에서 제안한 ‘중간기술(Intermediate Technology)’ 이란 개념에 기초를 두고 있습니다. 이 책에서 그는 대량생산기술이 생태계를 파괴하고 희소한 자원을 낭비한다고 지적하면서 근대의 지식과 경험을 잘 활용하고 분산화를 유도하며 재생할 수 없는 자원을 낭비하지 않는 대중에 의한 생산 기술을 제안하였습니다. 그는 이 기술이 저개발국의 토착 기술보다는 훨씬 우수하지만 부자들의 거대기술에 비해서는 값싸고 소박하다고 하면서 ‘중간기술(intermediate technology)’ 이라고 명명하였습니다.

..... (중략)

기술적 관점에서 어떠한 기술은 그것이 지역적, 문화적, 경제적 조건과 양립가능하고, 지역적으로 물질과 에너지원이 이용가능하며, 그리고 그 지역이 사람들에 의해 그 도구와 과정들이 유지, 작동할 수 있을 때 적절한 것으로 여겨집니다. 따라서, 기술은 그것이 사용되는 문화, 사회, 경제, 정치적 기구들과 조화를 이루는 수준에서 ‘적정한’ 것으로 간주됩니다.

그림 3 정보팽창 단계의 사례

이 주어진 주제에 대한 지식의 질을 증가시킬 것이라 생각되었다. 특정 주제에 대해 새로운 지식을 생성하기 위해서는 우선 그 주제에 대한 충분한 이해가 먼저 선행되어야 할 것이다. 그런 면에 있어서 정의를 구체화 하여 읽는 이로 하여금 가장 근본적인 정보를 충분히 알 수 있도록 돕는 것은 충분히 가치가 있는 일일 것이다.”

이와 같이 정보팽창단계에서는 새로운 정보가 추가되기도 하고 기존의 정보가 더욱 구체화되기도 하였다. 이때는 정보가 논리적으로 조직되는 모습은 보이지 않았으며, 단순히 양적으로 증가하는 경향이 두드러지게 나타났기 때문에, 이 단계의 이름을 정보 팽창 단계로 설정하였다. 정보팽창단계의 초기과정에서는 정의에 대한 내용이 구체화 되다가 점차 역사, 배경, 현황과 같은 다양한 분야로 정보의 범위가 확대되는 모습이 나타났다.

“가장 먼저 참여한 부분에서는 적정기술의 역사와 예시에 대한 언급을 하였다. 이전에 지식을 생성했던 학생들이 적정기술의 정의에 대하여만 글을 쓰고 적정기술의 역사와 예시에 대해서는 전혀 언급을 하지 않았기 때문이다. 해당 기술이 어떻게 시작되었고 어떠한 단체 및 기구 등을 통해 발전되어왔는지에 대한 정보를 주기 위해 간략한 설명을 덧붙였으며 적정기술이 적용된 몇 가지 대표적인 예인 ‘바이오 디젤, 태양열 조리기, 소규모 풍력 발전, 벚짚 주텍, 태양광 발전, 빨대형 정수기, 타이어 모양의 물통(Q-Drum), 가난한 아프리카 농부들을 위한 족동식(足動式) 펌프’에 대한 정보를 썼다.”

나. 가치정보의 출현 단계

두 번째 단계에서는 가치가 개입된 정보가 추가되기 시작하였다. 이미 이전 단계에서 많은 정보가 축적되어 왔던 것과 같이 이 단계에서도 계속적으로 정보가 쌓여간다. 그러나 여기서 주로 다루지는 정보는 가치가 개입되어있는 정보들이다. 여기서 가치란 단순한 사실을 넘어 사회·정치·경제·문화와 관련된 다양한 관점과 의도, 그리고 이와 관련한 사회적 해석 및 사회와의 상호작용과 같은 정보가 포함되는 것을 말한다. 가치정보의 출현 단계에서는 적정기술로 인해 나타날 수 있는 장점뿐만 아니라 한계점이나 부정적 시각도 제시되기 시작했다. 또한 적정기술이 가져야 할 당위성에 대한 언급과 지향해야 할 방향에 대한 정보들도 추가되었다. 아래에 제시된 내용은 이 단계에서 추가된 정보로서 적정기술과 지역문화의 관계에 대해 기술하고 있다.

이와 더불어 해당 단계에서는 융합적인 관점과 적정기술의 지향점에 대한 정보도 출현하기 시작하였다. 이러한 정보를 추가한 예비교사들은 그 이유를 다음과 같이 기술하였다.

“융합으로 새로워지는 적정기술’이라는 내용을 삽입한 이유는 현재의 동향과 맞는 내용이 있어야 한다는 판단을 했기 때문이다. 현재 적정기술은 비즈니스, 국제개발협력, 디자인 등과 융합하여 시간이 지날수록 하나의 사회 혁신으로 자리잡아가고 있는데 그것과 관련된 내용이 빠졌기 때문에 추가적으로 삽입하였다.”

4. 적정기술과 지역문화와의 관계

아프리카의 많은 빈곤국과 인도차이나의 개발도상국들은 오랫동안 외부로부터 경제 원조를 받아왔다. 하지만 지금도 여전히 같은 상황에서 근본적인 빈곤퇴치를 위해서는 경제 원조 이외에도 다방면에서의 지원이 필요하다. 그 중 빈곤국에 적절한 기술을 제공함에 따라 식수와 식량, 위생 등 빈곤의 여러 문제를 해결하고, 궁극적으로 지역사회의 산업개발을 이루어 경제적으로 자립할 수 있다. 하지만 기술을 적용하는 지역의 환경과 문화, 관습, 교육수준 등을 이해하지 못하고 사용하다가 오히려 독이 될 수 있다. 따라서 적정기술은 기술 자체가 적정하기도 해야 하지만 그 지역의 문화와 잘 부합될 수 있는 기술이어야 한다.

그림 4 가치정보출현 단계의 사례1

“적정기술이 나아가야 하는 방향에 대해 처음으로 소개하였다. 주어진 주제가 ‘기술’이었다. 특정 기술에 대해서 지식을 생성할 때에는 그에 대한 개념이나 이용사례도 중요하지만 기술의 발전방향이나, 앞으로의 전망 또한 꼭 포함시켜야 할 사항이라는 생각이 들었다.”

제시된 이유와 같이 가치정보의 출현단계에서는 정보를 논리적으로 판단하거나 정보의 질을 검증하여 가치가 개입된 정보를 추가한 것이라기보다 기존 정보에 부족한 부분을 보충하기 위한 목적으로 가치가 개입된 정보를 삽입했다는 것을 알 수 있었다. 즉, 정보팽창 단계에서 산발적으로 존재하는 사실정보들을 수집하여 지식을 구성하는데 비해 해당 단계에서는 가치정보들을 주로 다루고 있지만, 여전히 부족하다고 생각하는 정보를 추가하고 있다는 것을 유추할 수 있었다.

정보팽창 단계에서 팽창된 지식은 두 단계를 거치며, 내용적인 면에서 완성되어 가는 것을 볼 수 있었다. 가치정보의 출현단계에서는 정보의 양이 증가하여 이를 일목요연하게 정리한 목차와 제목이 생성되었다. 또한 정보의 수정이 일어나는 것과 같이 목차에 대한 수정 및 추가 작업도 발생하였다. 그러나 관련 정보들이 제목의 범주에 적합한지를 판별하거나 이를 올바르게 분류하는 작업은 아직 일어나지 않았다. 다음의 목차를 보면 적정기술의 정보들이 위의 두 단계를 거쳐 충분한 분량으로 누적되었으며, 정보가 어느 정도 형식을 갖춰 지식으로 구성되어가고 있음을 알 수 있다.

다. 논리·비판적 사고단계

가치 판단이 개입된 정보들이 어느 정도 누적된 이후 예비교사들의 집단지성 형성은 세 번째 국면으로 접어들게 된다. 본 연구에서는 이 세 번째 단계를 논리 비판적·사고단계라 명명하였다. 이 단계는 집단 형성에서 핵심적인 단계로서 정보의 재구성이 나타나기 시작한다. 가치판단 단계까지는 정보가 축적되고 정보의 양이 증가하는 단계이지만, 논리·비판적 사고단계에서는 정보의 양이 크게 증가하지 않는다. 대신 기존의 정보들이 각각의 특성에 따라 범주화되거나 기존의 범주화 되어있던 정보가 재범주화 되거나 혹은 분화되기 시작한다. 이 단계에서 예비교사들은

기존에 누적된 정보들을 논리·비판적으로 판단하여 같은 종류의 정보와 다른 종류의 정보를 특성에 따라 분류한다. 또한 상위정보와 하위정보를 체계화 하는 모습을 보이는데, 그 과정에서 논리적 사고를 통해 정보를 영역 화하는 양상을 확인할 수 있었다. 이에 대한 예시는 다음과 같다. 이 참여자는 ‘사례’라는 제목을 ‘적정기술이 적용될 수 있는 분야 및 사례’로 수정하여 이에 따라 내용을 통합하고, 각 분야에 해당 하는 사례를 범주화하여 글의 내용을 논리적으로 재구성하는 모습을 보였다.

이 단계에서는 글의 형식을 재구조화 하는 모습도 나타났다. 즉, 정보의 내용은 동일하지만 정보를 범주화 하고 각 범주에 해당하는 정보들을 배치하여 가독성을 높였다.

“1-16번 까지 하위단계 없이 글이 전개되고 있었기 때문에 다소 산만하였다. 아무리 좋은 내용을 담고 있다고 해도 가독성이 떨어진다면 지식, 정보로서의 질이 떨어진다는 생각이 들었다. 그래서 1-16까지의 제목을 크게 4개의 Part로 분류하였다. 적정기술에 대한 가장 핵심 내용을 I부분에 넣었다. 그리고 적정기술개념의 흐름과 전망, 구체적으로 한국에서의 의미를 II에 분류하였다. III에서는 사업과 단체를 묶어서 적정기술이 어떻게 적용되고 있는지를 담았고, IV에서는 텍스트 외의 참고자료를 묶었다. 또 하위분류에 들어간다고 판단한 부분은 종괄호로 삽입하여 글을 정리함으로써 산만하던 글을 구조화 시켰다. 특별히 추가한 내용이 없음에도 불구하고 이전 글에 비해 한층 더 발전했다는 생각이 들었다.”

논리·비판적 사고단계에서 나타나는 두 번째 특징은 예비교사들이 자료의 신뢰도를 고려하기 시작하였다는 것이다. 이 전 단계까지는 정보의 출처가 불분명 하였거나, 아예 출처를 제시하지 않고 정보만 게시하는 경우도 있었다. 그러나 논리·비판적 사고단계에서는 예비교사들이 정보의 출처를 분명하게 기술하기 시작했으며, 참고문헌에서 제시한 정보의 출처들을 보면 주로 논문이나 책, 그리고 공공기관의 정보들을 참고하기 시작한 것으로 나타났다. 즉, 학생들은 정보를 선택할 때, 자신의 비판적 시각으로 정보의 질을 판단하게 되었고, 이러한 비판적 사고의 잣대 중 하나로 정보의 출처를 확인하여 참고문헌을 작성하기 시작하였으

5. 사례
 1) 깨끗한 식수를 제공하는 적정기술 : 수질이 나쁜 물을 바로 필터로 정화해 마실 수 있도록 한 라이프스트로 (LifeStraw), 워터 콘, 세라믹 워터 필터, 아쿠아스타 플러스, 아쿠아스타 플로우스루
 2) 에너지를 공급하는 적정기술 : 세라믹 지코, G-saver, 솔라 랜턴, 태양열 활용, 솔라 에이드, 바이오매스 슛, 시에라 휴대용 조명작물
 (중략)



5. 적정기술이 적용될 수 있는 분야 및 사례

건축(주거)
 제3세계에서의 프로젝트가 선진국에서의 프로젝트처럼 복잡해지는 방향으로 전개되고 있지만 여전히 많은 지역에서 그 수준은 매우 기초적이다. 복잡한 건축을 가능하게 하기 위해 알아야 할 지식들이 있지만, 그와 더불어 관심을 가져야 할 간단한 내용들이 있다. 기본적으로 깨끗한 물의 확보가 필요하고, 하수 시설이 가능하며, 사람이 밀집된 지역에서 멀리 떨어져 있어야 하며, 건축물들이 지속성을 가질 수 있게 지어져야 한다는 점 등이다. 조금 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
 - 간단하고 분명한 조합 및 디자인
 - 간단한 석재와 모르타르 조합
 - 가능한 목재의 사용
 (중략)

물
 한사람 당 하루 50리터의 물이 건강에는 가장 좋은 수준이지만, 현실적으로 25리터의 물은 수도시설이 갖춰지지 않은 집에 사는 사람들에게 수용 가능한 목표이다. 물을 공급받기 위한 잠재적 수원은 샘, 우물, 빗물, 표층수(시내나 강, 호수 등) 등을 들 수 있다.
 (중략)

교통
 이 영역은 크게 운송수단과 도로에 대한 것이다. 자전거나 수레 등과 같은 육상운송수단 외에도 어업 생산성을 향상시키는 보트 디자인 역시 고려대상이 된다. 도로는 저기술을 요하는 도로부터 다리, 산간지역에서 이용되는 삭도(ropeway) 등을 포함한다. 개도국의 시골지역에 사는 사람들은 생산품이나 원료를 운송하고, 농업활동을 하는 데 있어 적절한 교통수단의 부족으로 인해 삶이 더 악화되는 문제에 처해있다.

그림 6 논리·비판적 사고단계의 사례1

것을 넘어 전체적이 내용이 한쪽 방향으로만 치우치지 않도록 균형성을 유지하고자 하는 모습이 나타났다. 그림 7과 같이 기존의 정보가 적정기술의 장점이나 긍정적 전망에 대한 이야기가 많은 비중을 차지하자, 적정기술의 한계에 대한 내용을 3-4번째 항목에 추가하여 정보의 내용을 균형 있게 구성하였다.

또한 위와 같이 정보를 추가한 이유를 기술한 내용에서 참여자의 의도를 다시 한 번 확인할 수 있었다.

“나는 ‘적정기술’에 대해 부정적인 내용과 긍정적인 내용의 분량정도를 비슷하게 해서 적정기술에 대해 균형성을 지니게 하고 싶었다. 그러나 여러 사람들이 계속해서 글을 수정하고 제각각 조사해서 수정해 나가다 보니 균형성을 유지하기가 무척 힘들었다. 그 때문에 더욱 글의 어느 한 방향을 잡기가 무척 어려워서 어떤 내용을 추가하고 어떤 관점의 글을 적어야 할지 난감했었다.”

4. 한계와 개선방향

1) 한계

적정기술의 도입은 국제개발협력분야에 있어서 새로운 전환점을 가져올 만큼 혁신적이다. 그러나 이처럼 중요한 사업이 왜 아직까지 보편적으로 많이 보급되지 않고 있을까?

1- 나 자신부터 무지하기 때문.

대부분의 사람들은 적정기술에 대해서 얼마나 알고 있을까? TV나 컴퓨터와 같은 대중매체를 매일 사용하는 20대 초반의 주변 사람들만 보더라도 적정기술에 대해 잘 모르는 경우가 많았다

..... (중략)

2- 연대활동의 부족

현재 적정기술은 개발단체보다는 환경단체 측에서 보다 활발한 논의가 진행 중이다. 적정기술의 도입이 필요한 제3세계로 관련 기술이 전달되기 위해서는 보다 적극적인 환경단체와 개발단체 간의 연대가 필요하다. 그러나 우리나라에서 적정기술을 이용한 연대 활동의 사례는 매우 적다. 서둘러 논의의 공론화를 이루어가면서 정말 제3세계가 필요로 하는 우리의 발전 대안을 준비할 필요가 있다.



..... (중략)

3- 적정기술 중 대안기술의 경우 다소 불편한 기술이기 때문.

적정기술이나 대안기술이 다소 불편한 기술이기 때문에 편리함만을 추구하는 현대인들에게는 별 매력이 없는 것이기도 하다. 그래서 선진국에서도 이러한 기술들이 큰 변화를 불러일으키고 있지 못하다. 인류를 위해 다소 불편함을 택하는 개인적인 희생과 헌신 없이는 적정기술 중에서도 대안기술이 우리 삶 속에 자리 잡기는 힘들다.

4- 부국강병을 제일로 추구하는 근대화론자들 때문.

정치가들이나 사회 지도자들이 대부분 이런 부류에 속한다. 이들은 대안기술이나 적정기술이 국가의 경쟁력을 잃게 하는 것으로 치부한다. 반면에 오로지 첨단 기술만이 국가를 살리는 길이라고 생각한다. 왜냐하면 독일과 일본은 2차 세계대전 이후 망했지만, 현재는 그들이 가졌던 기술력으로 인해서 세계 경제를 이끄는 주축이 되어 있기 때문이다. 결국 정부 지원이 없는 대안기술운동은 그 한계를 드러낼 수밖에 없다. 이 벽을 뛰어넘기 위해서는 국민들 다수의 의식변화들이 있어야 하며, 이것이 정책에 반영되어야만 가능할 것이다.

그림 7 논리·비판적 사고단계의 사례2

논리·비판적 사고단계에서 나타나는 네 번째 특징은 정보의 이동과 수정이 빈번하게 일어났다는 것이다. 즉, 이 과정에서는 문단이나 내용이 삭제되고 추가되는 활동이 활발하게 일어났다. 한 참여자가 글을 추가했다면, 다른 참여자는 자신의 논리적 사고에 의해 해당 글을 삭제하기도 하고, 다른 범주로 이동시키기도 했다. 이러한 활동이 논리·비판적 사고단계에서 활발하게 일어난 것은 본격적으로 집단에 의한 논

리적 합의의 과정이 일어나는 것임을 유추할 수 있었다. 일례로 어떤 참여자가 게시한 글을 다음 참여자가 수정했는데, 그 수정한 내용이 연구자들이 보기에도 타당해 보이지 않았다. 이러한 경우 대부분 다음 차례의 참여자가 해당 내용을 다시 수정하는 모습을 보여, 예비교사들이 논리적 잣대로 정보를 판단하고 있음을 다시 한 번 확인할 수 있었다.

마지막으로 논리·비판적 사고단계에서는 단락이

6. 한국의 적정기술

1990년대까지 한국의 적정기술운동이 있었다면, 그것은 아마 소수의 환경단체들의 노력 정도를 꼽을 수 있을 것이다. 한국에서는 고도의 기술성장이 이어져 왔고, 첨단기술의 발달을 무조건적인 선으로 여기는 분위기가 팽배했기 때문에 환경에 대한 관심이 사회적으로 커진 것도 2000년대 전후가 되어서이다. 그러나 지난 10여 년 동안에는 고도성장의 막바지에 다다르면서 대안적인 삶, 대안 기술에 대한 관심이 크게 늘어나기 시작했다. 이를 크게 두 가지로 나누다면 대안적 삶을 추구하는 움직임과 제 3세계원조 과정에서 생겨난 적정기술에 대한 관심으로 나눌 수 있다.



6. 한국과 적정기술

한국은 빈곤의 역사를 지나서 스스로 빈곤을 극복한 모델이다. 최빈국에서 단시간에 경제강국으로 성장한 특별하고도 예외적인 예시이다. 한국도 아프리카 빈곤국이 현재 겪고 있는 고통과 가난의 시간을 경험했다. 빈곤국의 지위에 있던 한국은 생존을 위해 미국 등 서구 선진국으로부터 식량과 자원의 원조를 받아야 했다. 아무것도 가진 것이 없었던 한국은 서방 원조의 도움으로 서서히 빈곤에서 탈피해서 자립의 힘을 키워갔고, 아주 빠른 기간에 원조 없이 자신의 경제를 꾸려갈 만한 수준으로 성장했다. 물론 물자지원, 구호 사업등과 같은 단기사업의 도움도 받았지만 한국은 국가의 발전을 생각하고 자신을 희생하고자 하는 노력들에 의해 국력을 집중시키는 내재적 요인과 외부의 경제적인 지원이 어우러져서 현재와 같은 한국의 경제발전의 기초가 있을 수 있었다. 이러한 사례로 인해 많은 개발도상국들이 한국을 경제개발모델로 삼고 있다. (불필요한 추가내용) 1990년대까지 한국의 적정기술운동이 있었다면, 그것은 아마 소수의 환경단체들의 노력 정도를 꼽을 수 있을 것이다.



4. 한국과 적정기술

1) 한국 적정기술의 역사 및 배경

한국 적정기술의 역사는 그리 오래되지 않았다. 1973년 슈마허의 '작은 것이 아름답다'가 발간되면서 적정기술의 개념이 과학사를 전공하는 사람들에게 처음 알려졌고, 21세기 들어서면서 기존의 과학기술의 문제점을 해결하기 위한 대안기술의 관점에서 시민단체의 활동가들이 언급하기 시작하였다. (불필요한 내용이 삭제되어 다시 수정됨)

1990년대까지 한국의 적정기술운동이 있었다면, 그것은 아마 소수의 환경단체들의 노력 정도를 꼽을 수 있을 것이다. 적정기술이 1970년대에 시작되어 현재에 이르렀지만 현대의 과학기술 사회를 만들어 가고 있는 주도적인 기술은 아니다.

그림 8 논리·비판적 사고단계의 사례3

라는 단위 내에서 불필요한 정보가 삭제되기 시작한다. 이 역시 예비교사들이 글의 논리성, 혹은 경제성을 따지기 시작했다는 것으로 해석될 수 있으며, 논리적으로 맞지 않거나 중복되는 내용은 삭제하는 등 정보를 비판적으로 검열하는 모습을 보였다. 그러나 이 단계에서 정보가 축소되는 것은 글의 전체적인 특성

이러기보다는 한 단락 내에서와 같은 작은 단위에서 일어나는 활동이었다. 비록 그렇기는 하지만 정보가 삭제되기 시작하는 첫 단계이며, 이는 논리 비판적 사고단계에서 일어나는 지식의 형성과정에서 예비교사들이 정보의 질을 검증하고 그것의 논리적 개연성을 찾기 시작했다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

라. 퇴고단계

집단지성이 형성되어가는 과정이 마무리 되어 가면서 또 하나의 주된 특징을 보이게 된다. 이전 단계인 논리·비판적 단계에서 논리적 흐름에 적절한 글의 수정이 문단의 범위 내에서 이루어 졌다면, 이 단계에서는 축적된 정보의 검토가 전체적인 수준에서 이루어진다. 일반적으로 퇴고란 쓰여진 글을 처음부터 끝까지 여러 번 검토하여 고쳐 쓰는 것을 의미한다(강명구 외, 2008). 이 때 단순히 오타자를 수정하는 것뿐만 아니라 글의 구조와 흐름을 고려하여 전체적인 관점에서 글을 수정하는 작업이 이루어져야 진정한 퇴고작업을 수행한 것이라 할 수 있다. 집단지성 형성의 마지막 단계에서는 이러한 퇴고의 과정이 두드러지게 나타나는 것을 볼 수 있었다. 퇴고 단계에서 나타나는 대표적인 특징은 형식적 측면과 내용적 측면에서의 퇴고가 동시에 이루어졌다는 것이며 세부적인 내용은 다음과 같다.

형식적 측면에서의 퇴고는 크게 오타자 수정과 어법 교정이라는 두 개의 축으로 이루어졌다. 이 단계에서는 예비교사들이 글을 전체적으로 검토하여 오타자를 수정하는 작업이 두드러지게 나타났다. 이러한 교정 작업이 특정 문단이나 단락의 단위로 이루어진 것 이라기보다는 전체적인 범위에서 이루어 졌다. 즉, 한 명의 예비교사가 글의 시작부터 끝까지 여러 부분에서 오타자를 수정하는 모습을 보여, 글의 전체적 교정이 일어났음을 알 수 있었다. 이 단계에서는 글을 전

체적으로 첨삭하는 모습도 나타났다. 어법에 맞지 않는 문장은 바른 어법으로 수정하고, 주어와 서술어가 맞지 않거나 주어가 생략되어 명확한 의미를 파악하기 힘든 문장도 명확하게 바꾸었다. 또한 한 문장이 길이가 너무 길게 쓰여진 경우, 이를 두 문장으로 나누었고, 반대로 너무 짧은 문장은 두 문장을 합쳐 하나의 문장으로 재구성하는 모습을 보였다. 그림 9에 제시한 예에서 볼 수 있듯이 해당 글을 작성한 예비교사는 문단의 내용 전달이 자연스럽지 못해 내용이 더 잘 전달 될 수 있도록 수정하여 문단을 전체적으로 다시 썼다며 질문지에 첨삭 이유를 기술하였다. 이밖에도 글씨체, 글자크기, 글 간격과 같은 형식도 하나로 통일시켜 글의 가독성을 높이려는 모습도 보였다.

퇴고단계에서 나타나는 내용적 측면에서의 특징은 기존에 비해 정보의 경제성이 뚜렷하게 증가했다는 점이다. 예비교사들은 단락 내에서 반복되거나 불필요한 내용을 삭제하여 요약하거나, 단락 전체를 삭제해 버리기도 하였다. 즉, 글을 전체적으로 검토하여 불필요한 정보들을 검열하였을 뿐만 아니라, 일반적으로 글을 퇴고할 때 일어나는 작업이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 논리 비판적 사고단계에서 일어났던 수정 및 삭제작업이 부분적 수준에서 이루어졌다면, 퇴고단계에서의 수정 및 삭제작업은 글의 전체적인 범위에서 이루어졌다는 것이 특징이다. 즉, 한 명의 참여자가 한 번의 참여 동안 글을 전체적으로 여러 번 읽고 수정하는 모습이 글의 처음부터 끝까지 나타났다. 다음 차례에 참여한 예비교사 역시 글

이 영역은 크게 운송수단과 도로로 나눌 수 있다. 태한 것아다. **운송수단의 영역**에는 자전거나 수레 등과 같은 육상운송수단 외에도 어업 생산성을 향상시키는 보트 디자인 역시 고려대상아 된다. **고려대상이다. 도로의 영역**은 도로는 저기술을 낮은 기술을 요하는 도로부터 **도로와** 다리, 산간지역에서 이용되는 삭도(ropeway) 등을 포함한다.

개도국의 시골지역에 사는 사람들은 생산품이나 원료를 운송하고, 하는 데 있어 **운송하는데 있어**, 적절한 교통수단의 부족으로 인해 삶이 더 악화되는 문제에 처해있다. 또한 우기에는 범람으로 인해 **현상도 인한 피해도** 자주 발생한다. 도시에 사는 저임금 노동자의 경우 도시에 거주할 형편이 되지 않기 때문에 자연히 교외지역에 살게 되는데 이 경우 교통비가 생활비의 상당부분을 차지하는 문제에 직면한다. 뿐만 아니라 물 기는 일을 전담하는 여성은 적절한 운송수단이 없어 결국 머리에 짊어지고 옮겨야 한다. **이러한 문제점들을 고려하여 개도국의 도로 건설시** 도로 건설의 경우 좀 더 노동집약적, 저중량 모터 혹은 모터가 없는 운송수단에 좀 더 호의적인 조건으로 건설되어야 **하는데**, 한다. 이와 같은 교통과 관련된 문제점들의 해결책을 제공하는데 적정 기술이 적용될 수 있다.

그림 9 퇴고단계의 사례

을 부분적으로 수정하기 보다는, 처음부터 끝까지 검토하여 글을 보다 경제성 있게 표현하고자 했음을 확인할 수 있었다. 따라서 퇴고단계에서 나타나는 특징은 예비교사들이 참여할 때 글을 전체적인 수준에서 여러 차례 검토하고 있다는 것이었으며, 여러 참여자의 퇴고과정에 의해 글이 점차 정제되어 가고 핵심적인 내용 위주로 정보가 구성되어 가는 모습을 볼 수 있었다.

지금까지의 각 단계에서 일어나는 참여형태와 사고 활동들의 대부분은 모든 단계에서도 나타나는 활동들이었지만, 해당 과정에서 뚜렷하게 나타나는 특징적 참여형태 및 사고활동이 무엇인지를 분석하여 각 단계의 이름으로 설정한 것이다. 다시 말하면, 모든 단계에서도 지식의 축적, 논리·비판적 사고의 사용, 퇴고 활동이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 해당 단계에서의 두드러진 특징이라기보다는 정보가 집단에 의해 변화하는 과정에서 다양한 활동들이 일어난 것이고, 자연스럽게 이러한 과정을 통해 정보가 정제되어 가는 것을 보여주었다.

5. 결론 및 제언

본 연구 결과를 바탕으로 과학 예비교사들의 집단 지성의 형성과정을 탐색하여 그들이 적정기술이라는 주제 하에 어떻게 집단적으로 지성을 형성해 나가는지와, 그러한 과정에서 일어나는 참여형태 및 사고활동에 대해 알아보았다. 그 결과 예비교사들이 지식을 구성하는 첫 번째 모습은 무수히 많은 정보를 수집하는 것으로 나타났으며 이 단계를 정보팽창 단계라 이름 지었다. 수많은 정보가 축적되는 과정을 거친 후, 예비교사들은 한층 더 수준높은 차원의 정보들을 가져오기 시작했다. 즉, 정보가 단순한 사실에 그치지 않고, 사회·경제·윤리·정치와 관련하여 의미나 가치를 내포하고 있는 정보들이 나타나기 시작했으며, 연구자들은 이 단계를 일컬어 가치정보 축적 단계라고 명명하였다. 그 다음은 논리·비판적 사고단계로서 예비교사들이 축적된 정보들을 논리적으로 배열하고 분류하는 방식으로 집단 협업이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 이 단계에서는 정보의 수정과 삭제가 빈번히 발생하였고, 수집된 정보의 신뢰도를 고려하는 모습도 나타났다. 이와 같은 세 가지 단계를 거치면서 관련 정보의 축적은 더 이상 눈에 띄게 일어나지

않았다. 집단지성 형성이 막바지에 이르자, 예비교사들이 축적한 정보는 경제적으로 기술되기 시작하였으며, 이 과정에서 예비교사들이 지금까지 수집된 정보들을 퇴고하는 모습이 나타났다. 따라서 집단지성 형성의 마지막 단계를 퇴고 단계라 이름 지었다. 이와 같은 연구 결과에서 얻을 수 있는 시사점과 교육적 방안에 대해서 다음과 같이 논의해 보고자 한다.

첫째, 과학교육에서 요구되는 논리·비판적 사고능력을 신장시키기 위해 다양한 형태의 교육활동을 제공해 주어야 한다. 현 과학교육에서는 학생들이 자신의 생각을 말하거나 글로 표현하고, 상대방의 의견을 들으며 비판적으로 평가하는 논의(argument)를 강조하고 있다(장경화 외, 2012). 기존의 논의 활동은 주로 토론과 글쓰기를 통해 이루어 졌는데, 이러한 형식의 과업은 과학관련 전공자들이나 학생들에게 다소 부담스럽고 어려운 작업일 수 있기 때문에 본 연구에서는 사이버 공간이라는 참여의 장을 제시해 줌으로써 예비교사들에게 보다 친숙한 글쓰기 환경과 이를 통해 자유롭게 참여하는 기회를 제공해 주었다. 이처럼 과학교육연구자들은 학생들이 논리·비판적 사고능력을 발휘할 수 있도록 다양한 방식의 교육활동 및 학습 환경개발에 힘써야 할 것이다.

둘째, 다양한 공동체 활동을 제공하여 학생들이나 예비교사들의 의사소통능력을 신장시킬 수 있는 기회를 제공해 주어야 한다. 집단지성 활동을 통해 예비교사들은 자신의 의견을 정확히 제시하고, 다른 사람의 의견을 수용하거나 의견이 충돌되는 과정에서 합의에 이르기 위한 의사소통 과정을 경험하게 된다. 즉, 집단 구성원들이 참여하여 지식을 보태고 수정하고 발전시켜 나가는 과정을 통해 학생들은 공동체 활동을 경험하고 의사소통과정을 이해하게 된다. 이러한 경험을 바탕으로 다른 공동체 활동이나 집단 활동에서도 지속적으로 상호협력 및 의사소통의 장을 마련하여 학생들의 커뮤니케이션 능력을 신장시킬 수 있는 기회를 제공해 주어야 할 것이다.

셋째, 학습자 스스로 학습의 결과를 산출하고 지식을 생산해 낼 수 있도록 학습을 계획해야 한다. 집단지성은 여러 참여자들이 모여 정보를 수합하고, 수정하고, 정제하는 과정을 통해 집단에 의한 새로운 지식을 생산해 내는 활동이다. 이 과정을 통해 참여자는 스스로 학습에 기여하게 되며, 계속해서 변화하고 발전하는 지식들을 보면서 지식이 어떻게 형성되어

가는지를 실제로 체험할 수 있게 된다. 이와 같이 학습자가 학습의 결과물을 산출하는데 기여하고, 지식의 수용자가 아닌 생산자로서의 역할을 부여해 줄 수 있는 교육환경에 대한 연구가 필요할 것이다.

넷째, 본 연구의 결과를 바탕으로 체계적으로 조직된 집단지성 프로그램을 개발하여 이를 학교 현장에 활용할 수 있는 방안을 제시해 주어야 할 것이다. 이를 위해서는 연구의 결과인 집단지성 형성과정의 네 단계를 프로그램의 과정으로서 순차적으로 제시하고, 각 과정에서 일어날 수 있는 인지적 활동을 촉진할 수 있는 연구를 시행해야 한다. 또한 참여자들의 원활한 참여를 위해서는 주어진 주제나 과업보다는 집단 스스로가 주제를 선정하고 공동의 목표를 설정하는 것이 필요할 것이다. 뿐만 아니라 다양한 시각을 지닌 참여자들로 집단을 구성하여 주제에 대한 여러 사고방식을 구성원들이 접할 수 있도록 한다면 집단지성 프로그램의 효율성이 극대화 될 수 있을 것이다. 더불어, 집단지성 활동을 글쓰기라는 방식이나 사이버 공간으로 제한할 것이 아니라 구성원들의 의견에 즉각적으로 반응할 수 있고, 서로의 의견을 다시 한 번 확인할 수 있도록 토의·토론과 같은 의사소통방식도 보조적으로 제시하여 프로그램을 개발한다면 집단지성의 교육적 의의와 실용성을 높일 수 있을 것이다.

국문 요약

본 연구의 목적은 예비교사들의 집단지성을 활용한 글쓰기활동을 통해 과학지식 형성과정을 탐색하는 것이다. 이를 위하여 과학논리논술 전공수업을 수강하는 29명의 대학생들을 대상으로 적정기술이라는 과학 주제를 제시하여 이에 대한 지식의 형성과정을 탐색하였다. 이 활동은 학생들의 자유로운 참여와 쌍방향 커뮤니케이션을 위해 온라인상에서 진행되었으며, 모든 학생들이 충분히 자신의 의견을 표현하고, 다른 학생들의 정보를 판단할 수 있도록 한 달이라는 기간 동안 실시되었다. 참여방식은 한 학생이 관련 정보를 제시하면 다음 학생은 기존정보를 읽고 자신이 원하는 정보를 조합 및 수정하여 제시하는 것으로 실시되었으며 참여횟수는 제한하지 않았다. 또한 질문지를 제시하여 참여자가 해당 글을 수정하거나 정보를 추가한 이유를 기술하도록 하였다. 연구결과 학생들은 크게 4단계의 과정을 통해 집단적 과학지식을 형성해

나가는 것으로 나타났다. 첫 번째 단계는 정보가 팽창하는 단계이며, 두 번째 단계는 가치정보가 축적되기 시작하는 단계이다. 세 번째 단계는 논리·비판적 사고단계이며, 마지막으로 퇴고단계를 거쳐 예비교사들이 개인의 지성을 더해 과학지식을 형성해 나갔다. 본 연구의 결과를 통해 집단에 의해서 구성되는 지식은 어떠한 과정을 통해 형성되어 가는지 확인할 수 있었으며, 그 과정 안에서 일어나는 다양한 참여형태 및 사고활동을 탐색할 수 있었다. 이러한 연구결과를 토대로, 향후 집단지성을 활용한 다양한 수업개발을 통해 학생들의 논리력과 비판적 사고력을 신장할 수 있을 것이라 기대된다.

참고 문헌

- 강은희, 김찬중, 최승언, 유준희, 박현주, 이신영, 김희백 (2012). 심장 혈액 흐름의 모형 구성 과정에서 나타난 소집단 상호작용과 소집단 규범. 한국과학교육학회지, 32(2), 372-387.
- 교육과학기술부 (2011). 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 교육과정(별책3). 교육과학기술부 고시 제2011-361호.
- 김길모, 김성식 (2011). 집단지성을 활용한 문제중심 학습 기반 프로그래밍 수업 모형 개발. 한국컴퓨터교육학회, 14(2), 23-32.
- 김명준, 이기중 (2010). 커뮤니케이션학 차원에서 본 21세기 네트워크 사회에서의 '집단지성'. 한국 언론학회, 54(6), 129-149.
- 박지영, 김희백 (2011). 초등 예비교사의 사회 속의 과학 쟁점에 대한 논변에서 나타나는 소집단 상호작용 분석. 한국생물교육학회지, 39(4), 653-673.
- 송경재 (2008). 네트워크시대의 시민운동연구. 현대정치연구, 2(1), 55-83.
- 양미경 (2010). 집단지성의 특성 및 기제와 교육적 시사점의 탐색. 열린교육연구, 18(4), 1-30.
- 양미경 (2011). 집단지성의 구현을 위한 협력학습의 원리 탐색. 교육방법연구, 23(2), 457-483.
- 윤수중 (2006). 새로운 주제로서 대중과 대중운동의 방향. 진보평론, 28, 10-44.
- 윤호성, 이기동 (2011). 소셜네트워크를 이용한 집단지성 측정연구. 디지털정책연구, 9(2), 53-63.
- 이성미, 이지현 (2012). 적정기술을 활용한 저렴주택 디자인 방안. 한국상품문화디자인학회, 31, 155-164.

- 이효녕, 조현준 (2010). 두 천문학자 집단의 논증과정 분석. *한국과학교육학회지*, 30(4), 402-411.
- 이희은 (2009). 위키피디어 정보의 기술문화적 함의. *언론과학연구*, 9(2), 461-497.
- 장경화, 남정희, 최애란 (2012). 학생들의 글쓰기에 나타난 논의구조에 미치는 탐구적 과학 글쓰기 활동의 효과 분석. *한국과학교육학회지*, 32(7), 1099-1108.
- 정영란, 손대희 (2000). 협동학습 전략이 중학교 생물 학습에서 학생들의 학업성취도와 과학에 대한 태도에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 20(4), 611-623.
- 조경원 (2004). 중등 교원 양성 교육의 비판적 검토. *교육과학연구*, 35(1), 1-19.
- 조희정, 강장묵 (2008). 네트워크 정치와 온라인 사회 운동. *한국정치학회보*, 42(3), 311-332.
- 최지연 (2012). 초등학교 실과교육에서 적정기술의 교육적 활용 방안. *초등과학교육연구*, 16, 139-156.
- 최항섭 (2009). 레비의 집단지성: 대중지성을 넘어 전문가지성의 가능성 모색. *사이버커뮤니케이션*, 26(3), 287-322.
- 허태희, 장우영 (2009). 촛불시위와 한국정치. *현대정치연구*, 2(1), 33-53.
- Blackler, F. (1995). Knowledge, knowledge work and organizations: An overview and interpretation organization studies, 16(6), 1021-1046.
- Jenkins, H. (2006). *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. New York and London: New York University Press.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Maruyama, G. (1983). Interdependence and interpersonal attraction among heterogeneous and homogeneous individuals: A theoretical formulation and a meta-analysis of the research. *Review of Educational Research*, 53(1), 5-54.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365-379.
- Leadbeater, C. (2008). *WE-THINK: Mass Innovation, not Mass Production*. 이순희 역 (2009). *집단지성이란 무엇인가*. 서울: 21세기 북스.
- Lederman, N. G. (2003). *The Role of Moral Reasoning and Discourse on Socioscientific Issues in Science Education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Lévy, P. (1994). *L' intelligence Collective, La Decouverte*. 권수경 역 (2002). *사이버공간의 인류학을 위하여*. 서울: 문학과지성사.
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- Mesmer-Magnus, J. R. & Dechurch, L. A. (2009). Information sharing and team performance: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 94, 535-546.
- Nguyen, N. T. (2008). Inconsistency of knowledge and collective intelligence. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 39, 542-562.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 134-139.
- Stasser, G. & Titus, W. (1985). Pooling of Shared and Unshared Information in Group Decision Making: Biased Information Sampling during Discussion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 1467-1478.
- Streubert, H. J. & Carpenter, D. R. (1999). *Qualitative Research in Nursing: Advancing the Humanistic Imperative (2nd Ed.)*. Philadelphia: Lippincott.
- Surowiecki, J. (2004). *The Wisdom of Crowds*. 홍대운, 이창근 역 (2004). *대중의 지혜*. 서울: 랜덤하우스 중앙.
- Ziman, J. (1978). *Reliable Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.