

การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

The development of inquiry-based computer multimedia on biomolecule topic for high school students

นิติมา รุจิเรขาสวรรณ (Nitima Rujirekhasuwan)*

อลิสา เสนามอนตรี (Alisa Sanamontre)**

ปิยรัตน์ ดรบบัณฑิต (Piyarat Dornbundit)***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลและศึกษาผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยสื่อมัลติมีเดียผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีการศึกษา พบว่ามีคุณภาพระดับ ดี และมีประสิทธิภาพ 83.33/81.50 เมื่อนำสื่อมัลติมีเดียดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์กาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 30 คน จาก 1 ห้องเรียน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มเป็นเวลา 14 ชั่วโมง ใน 5 สัปดาห์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลอยู่ในระดับดี

Abstract

The purposes of this research were to develop inquiry-based computer multimedia instruction on biomolecule topic and study the effective of inquiry-based computer multimedia instruction on achievement, science process skills and attitudes towards learning about biomolecules. The quality of the computer multimedia instruction evaluated on content and educational technology by experts was at a good level.

คำสำคัญ : สื่อมัลติมีเดีย การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สารชีวโมเลกุล

Keywords : computer multimedia, inquiry-based learning, biomolecule

* นิสิต หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีวเคมี วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

*** อาจารย์ สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

The efficiency was up on 83.33/81.50. The experiment was carried out by 30 students of a cluster random sampling a Mathayomsuksa VI mathematic-science classroom of Srinagarindra the Princess Mother school Kanchanaburi in semester 2 of academic year 2011 by using the developed computer multimedia on biomolecule topic for 14 hours in 5 weeks. The results revealed that the achievement of biomolecule and science process skills after studying by using inquiry-based computer multimedia was significantly higher at .05 level and the attitudes towards learning about biomolecules was at the good level.

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม และยังช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เพื่อให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2544,) แต่จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาพบว่า มีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ กล่าวคือ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยพิจารณาจากผลคะแนนของการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 และ 2554 ทั่วประเทศ พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.90 และ 27.90 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีแนวโน้มลดลง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2555) และสำหรับวิชาเคมีที่ถือเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือภาคอุตสาหกรรม (Cracolice and Peters, 2006) พบว่าการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเกิดปัญหาเนื่องจากเนื้อหาที่เข้าใจยาก เป็นนามธรรม นักเรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางจุลภาคพื้นฐานกับสมบัติของธาตุและสสาร ทำให้ไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาวิชา

เคมีที่ซับซ้อนขึ้นไปได้ (Canan and Tekin, 2006) ประกอบกับสภาพบรรยากาศในการเรียนส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนไม่สามารถสังเกต ขบคิด วิเคราะห์ปัญหาได้ ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือซักถาม (สถาบันทรัพยากรมนุษย์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2544)

อย่างไรก็ตาม ได้มีความพยายามในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาโดยตลอด จากงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าสื่อมัลติมีเดียสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) เนื่องจากสื่อมัลติมีเดีย เป็นการนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกัน ทั้งวัสดุอุปกรณ์และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการจัดการเรียนรู้อการใช้สื่อมัลติมีเดียมีประโยชน์ดังนี้คือ สามารถอธิบายสิ่งที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น ขยายสิ่งที่เป็นามธรรมให้เป็นรูปธรรม (ณัฐกร สงคราม, 2553) ช่วยดึงดูดความสนใจ การสืบค้นเชื่อมโยงฉบับไว้นักเรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543) นอกจากนี้ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันยังเอื้อให้นักออกแบบสื่อมัลติมีเดีย สามารถประยุกต์สื่อเหล่านี้ ได้แก่ เสียง วิดีทัศน์ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว มาใช้ร่วมกันบนระบบคอมพิวเตอร์ อย่างมีประสิทธิภาพและนักเรียนสามารถโต้ตอบกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) สามารถประเมินผลการเรียน หรือ

ทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเองได้ ทำให้ผู้สอนทราบความรู้พื้นฐานของนักเรียน เพื่อเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน หรือทราบประสิทธิภาพของวิธีการสอนในเรื่องนั้น ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไป นอกจากนั้นสื่อมัลติมีเดียยังส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคลกล่าวคือ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ตามความสนใจ ความสามารถทางสติปัญญา โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Chambers, 2007) องค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้จึงเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้แบบเสริมสมองของนักเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อมัลติมีเดียจะช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ ได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น (จริยา เหมินเฉลย, 2549)

นอกจากความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แล้ว พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ยังมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ด้วย ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา และเป็นผู้เริ่มต้นในการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำวิธีการสอนรูปแบบนี้มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากหลักการของวิธีการสอนนี้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุด (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Keys and Bryan, 2001) และยังเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนคือ 1) เป็นการเพิ่มพูนศักยภาพทางสติปัญญา 2) ก่อให้เกิดแรงจูงใจภายใน 3) นักเรียนได้ฝึกความคิดและการกระทำ 4) มีความรู้คงทนและเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ 5) นักเรียนเป็น

ศูนย์กลางของการเรียนการสอน 6) นักเรียนได้พัฒนาความคิดและมีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มมากขึ้น (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังทำให้นักเรียนได้เพิ่มพูนทักษะการให้คำจำกัดความ การจำแนก การแทนค่า การเชื่อมโยง การอธิบายเหตุผลขององค์ความรู้ เป็นต้น (Scardamalia, 2002) และยังเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์และฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Wilke and Straits, 2005) เช่น การสังเกต, การเปรียบเทียบ, การตั้งสมมติฐาน เป็นต้น (Cuevas; et.al, 2005) รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้กำหนดกระบวนการของการสืบเสาะและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Scardamalia and Bereiter, 1991) นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยจำนวนมาก (เจริญสุขคงชาติ, 2552 และเยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ, 2549) พบว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการสอนด้วยวิธีนี้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (Yang and Li, 2009) นักเรียนได้เพิ่มพูนความสามารถด้านสติปัญญา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ควบคู่ไปกับความเข้าใจในเนื้อหาวิชาอย่างลึกซึ้ง (National research council, 1996) และนอกจากนี้ผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น (Remziye; et al, 2011)

คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยแตกต่างจากสื่อมัลติมีเดียเรื่องสารชีวโมเลกุลอื่น ๆ ตรงที่มีการนำรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ, สำรวจและค้นหา, อธิบายและลงข้อสรุป, ขยายความรู้และประเมินผล เพื่อให้นักเรียน

เกิดการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดี ต่อการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล

วิธีดำเนินการวิจัย

วิจัยระยะที่ 1 การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ให้มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80

วิจัยระยะที่ 2 การศึกษาผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้น ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี จำนวน 131 คน แบ่งเป็น 3 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี จำนวน 30 คน จาก 1 ห้องเรียน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล
2. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่มีประสิทธิภาพ 83.33/81.50 ซึ่งใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7 ในการผลิตบทเรียน ในลักษณะบทความ ภาพนิ่ง วิดิทัศน์ โดยแตกต่างจากสื่อมัลติมีเดียอื่น ๆ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ได้แก่ สร้างความสนใจ, สำรวจและค้นหา, อธิบายและลงข้อสรุป, ขยายความรู้และประเมินผล
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล มีค่าความยากง่าย 0.24 – 0.82 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น 0.88 จำนวน 40 ข้อ
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความยากง่าย 0.25 – 0.52 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น 0.81 โดยจะวัดทักษะขั้นบูรณาการ 3 ขั้นได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความและลงข้อสรุปจากข้อมูล ตัวอย่างข้อสอบวัดทักษะการทดลองเช่น ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากการไฮโดรไลส์แป้งได้แก่กลูโคส
5. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล มีค่าดัชนีความสอดคล้องและค่าความเชื่อมั่น 0.67 และ 0.70 ขึ้นไปตามลำดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

- วิจัยระยะที่ 1 พัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล จากนั้นนำไปประเมินหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3 ท่านและด้านเทคโนโลยีการศึกษา 3 ท่าน ผลการประเมินอยู่ในระดับดี จึงนำไปใช้กับนักเรียนเป็นรายบุคคลและกลุ่มเล็ก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยจัดนักเรียน 1 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ในระหว่างเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และเมื่อจบบทเรียนให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำผลการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E1/E2

วิจัยระยะที่ 2 นำสื่อมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ไปใช้จัดการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยจัดให้มีการทดสอบก่อนเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยนักเรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เป็นเวลา 14 ชั่วโมง ใน 5 สัปดาห์ จากนั้นให้นักเรียนทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิจัยระยะที่ 1 หาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน (E1/E2)

วิจัยระยะที่ 2 หาผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการแจกแจงที (t-test) แบบ t dependent ด้านเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ใช้การหาค่าเฉลี่ยเพื่อเทียบเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัย

ระยะที่ 1 ประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ในการทดลองภาคสนาม

ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลซึ่งพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน ดังแสดงในตาราง

ตาราง 1 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	45	37.50	4.02	83.33 (E ₁)
หลังเรียน	40	32.60	3.74	81.50 (E ₂)

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.33/81.50 ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

ระยะที่ 2

ผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลซึ่งพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน ดังแสดงในตาราง

ตาราง 2 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	ร้อยละ
ก่อนเรียน	40	14.43	4.21		
หลังเรียน	40	25.47	5.10	-12.755*	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ศึกษาโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารชีวโมเลกุล ซึ่งพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน ดังแสดงในตาราง

ตาราง 3 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	ร้อยละ
ก่อนเรียน	18	4.17	1.78		
หลังเรียน	18	8.43	3.48	-7.837*	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

ผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

ศึกษาโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้คำถาม 15 ข้อ ดังตัวอย่างต่อไปนี้คือ 1) นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล 2) นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลินในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล 3) นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ถ้ามีภาพ โมเลกุล 3 มิติ ทำให้เห็นเป็นรูปธรรม เป็นต้น ซึ่งพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีค่าคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล เท่ากับ 4.29 อยู่ในระดับดี (S.D เท่ากับ 0.66)

การอภิปรายผล

ระยะที่ 1

จากผลการวิจัยพบว่าสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.33/81.10 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเป็นไปอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา การวางแผนการดำเนินการพัฒนา จนถึงขั้นตอนของการพัฒนา ที่มีการเขียนเนื้อหาและสตอรี่บอร์ด มีการนำภาพนิ่ง และสื่อวีดิทัศน์มาใช้ และได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา ทำให้ได้รับข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์และคณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องของสื่อ ก่อนจะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล และกลุ่มย่อยเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อของนักเรียนแล้วปรับปรุงอีกครั้ง ก่อนจะนำไปหาประสิทธิภาพ จนทำให้ได้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีความเหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถนำมาใช้เป็นสื่อหลักในการเรียนการสอนวิชาเคมีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนพพล อุทิศ (2552), สุรเดช แดงเดช (2552) และชุตินา ตลอดจน (2551) ที่พบว่าการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียอย่างเป็นระบบ จะทำให้ได้สื่อมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพและยังสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

ระยะที่ 2

ผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากสื่อมัลติมีเดีย มีการนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกัน เป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียน และยังทำให้บทเรียนที่สลับซับซ้อนเข้าใจง่ายขึ้น สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่าง

บุคคลได้ กล่าวคือนักเรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสนใจ ตามความสามารถทางสติปัญญา (พรพิไล เลิศวิชา, 2544) ซึ่งจะช่วยทำให้การเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกศักดิ์ ลุนสำโรง (2551) และสุรภา ชูสวัสดิ์ (2550) ที่พบว่าสื่อมัลติมีเดียช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ถึงร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมด

นอกจากนั้นรูปแบบของสื่อที่เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิมลรัตน์ สีหะสุนนท์ (2551) และลววรรณ โสมแพน (2550) ที่พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

ผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นมีรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกต การวางแผนการเรียนรู้ การสำรวจข้อมูลและสรุปองค์ความรู้ที่ได้ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นไปตามคำกล่าวของ Joyce & Weil (1986) ที่กล่าวว่าเป้าหมายของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้คือช่วยให้นักเรียนพัฒนาทางสติปัญญาและทักษะกระบวนการที่จำเป็นต่อการค้นหาคำตอบจากสิ่งที่นักเรียนสงสัยใคร่รู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brickman (2009) ที่กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนได้

อย่างไรก็ตามคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม แสดงให้เห็นว่าสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่น้อยกว่าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมในสื่อมัลติมีเดียมีการให้โอกาสนักเรียนตั้งสมมติฐาน ตีความหมายและลงข้อสรุป และการทดลองไม่มากพอ

ผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีคะแนนเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลอยู่ในระดับ ดี ทั้งนี้เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นสามารถมีปฏิสัมพันธ์และให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนได้ทันทีทำให้นักเรียนทราบความก้าวหน้า

ทางการเรียนของตนเองได้ นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ สามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่ตนเองต้องการ และควบคุมอัตราเร็วในการเรียนได้ นักเรียนจึงไม่รู้สึกกดดันระหว่างเรียน และคำถามระหว่างเรียนทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายและความสนุกสนาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประภาพรรณ พลสวัสดิ์ (2549) และวิจิตร สมบัติวงศ์ (2549) ที่กล่าวว่าการสอนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์สามารถพัฒนาเจตคติและสร้างความพึงพอใจแก่นักเรียนได้

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ควรจัดให้มีพื้นที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ให้ครบทุกเครื่อง เสียจะได้ไม่รบกวนสมาธิเพื่อนร่วมชั้นเรียน
2. ควรจัดเวลาให้นักเรียนเข้าพบนอกเหนือจากเวลาเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากเกิดความไม่เข้าใจในระหว่างการเรียน
3. ควรนำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ไปไว้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (internet) เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา

เอกสารอ้างอิง

- กนกศักดิ์ ลุนสำโรง. (2551). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ตาม พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จริยา เหนียนเฉลย. (2549). เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- เจริญสุข คงชาติ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนการ์ตูน. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชุตินาถ ตลอดไธสง. (2551). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐกร สงคราม. (2553). การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นพพล อุทิศ. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง แสงและคุณสมบัติของแสงกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 2. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประภาพรพรณ พละสวัสดิ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์ในระบบออนไลน์ (e-learning). สารนิพนธ์ สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรพิไล เลิศวิชา. (2544). มัลติมีเดียเทคโนโลยี กับโรงเรียนในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- เยาวลักษณ์ ชื่นอารมย์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิจัยการเรียนรู้ 5E. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ถาวรณ โสมแพน. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิจิตร สมบัติวงศ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (e-learning). สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิมลรัตน์ ลิหะสุนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความฉลาดทางอารมณ์ ด้านทักษะทางสังคมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ กระบวนการ สืบเสาะแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการ มัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2555). ตารางแสดงจำนวนและร้อยละตามช่วงคะแนนผลการ ทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O -NET) ช่วงชั้นที่ 4 (ม.6) ปีการศึกษา 2554 จำแนกตามรายวิชา. : <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2544). การเสริมสร้างการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อความเป็นเลิศในระบบการศึกษาของไทย: ยุทธศาสตร์ในการสร้างบุคลากร ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อ การพัฒนาประเทศในยุคโลกาภิวัตน์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุรภา ชูสวัสดิ์. (2550). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียน ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรเดช แดงเดช. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). รายงานการประชุมบทบาททบทวนวิจัยในโครงการ โรงเรียนปฏิรูปการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- Canan N.; & Berna T. (2006). Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry A study of Turkish high school students. *Journal of chemical education*, 83 (11), 1712.

- Chambers, K. A. (2007). Enhancing student performance in first-semester general chemistry using active feedback through the world wide web. **Journal of chemical education**, **84** (7), 1130 - 1135.
- Craclicr M.r Petnr, E. (2006). Introdirectorg chemistrg (ISE) : am active learning approach. Belimant, CA: Thicmsan Hiaher Edneatic
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J. & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. **J. Research in Science Teaching**, **42**, 337-357.
- Joyce, B.; & Weil, M. (1986). **Models of Teaching**. 3rd ed. New Jersey: Prentice/Hall.
- Keys, C. W.; & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: essential research for lasting reform. **J. Research in Science Teaching**, **38**, 631 - 645.
- Mark S. C.; & Edward I. P. (2006). **Introductory Chemistry: An Active Learning Approach**. 3rd ed. California: Brooks/Cole.
- National Research Council. (1996). **National science education standards**. Washington, DC: National Academy Press.
- Brickman P.; Gormally C.; Hallar B.; et al. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. **International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning**. 2009(3), 1-22.
- Remziye E.; Yeter S.; Sevgul C.; et al. (2011). The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. **Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)**. 2011(5), 48-68.
- Scardamalia, M. (2002). Collective responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), **Liberal education in a knowledge society**. Chicago, IL: Open Court, pp. 67-98.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1991). Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media. **Journal of the Learning Sciences**, **1**, 37 - 68.
- Wilke, R.R. & Straits, W.J. (2005). Practical advice for teaching inquiry- based science process skills in biological sciences. **American Biology Teacher**. **67**, 534-540.
- Yang, S. P.; & Li, C. C. (2009). Using student-developed, inquiry-based experiments to investigate the contributions of Ca and Mg to water hardness. **Journal of Chemical Education**. 2009(4), 506-513.