

การสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

THE SYNTHESIS OF VIRTUAL SCIENCE LABORATORY AND BLENDED LEARNING
FOR DEVELOPING ANALYTICAL THINKING SKILL OF SECONDARY STUDENTS
(ViSPA MODEL)

อัญชนา กลิ่นเทียน¹ และวรรณชัย วรรณสวัสดิ์²

Unchana Klentien¹ and Wannachai Wannasawade²

¹ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กรุงเทพมหานคร

² ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และ 2) เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนแบบผสมผสาน ด้านการคิดวิเคราะห์ ด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา และด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการศึกษา โดยนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และแบบประเมินต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้ จากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า องค์ประกอบพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย ส่วนของผู้เรียน ส่วนของผู้สอน ส่วนของเนื้อหา ส่วนของการเรียนแบบผสมผสาน และส่วนของการประเมินผล สำหรับกระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 เตรียมก่อนการเรียนการสอน ขั้นที่ 2 นำเสนอเนื้อหาที่เรียน ขั้นที่ 3 ตั้งคำถามหรือปัญหา ขั้นที่ 4 ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ขั้นที่ 5 อภิปรายร่วมกันและบันทึกผลการทดลอง ขั้นที่ 6 สรุปผลการทดลอง ขั้นที่ 7 จัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงาน และขั้นที่ 9 ทดสอบหลังเรียน และการประเมินผลของรูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย การประเมินความก้าวหน้า

การประเมินผลรวมสรุป แบ่งออกเป็น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน

พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดให้การยอมรับรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

ABSTRACT

The research aimed to synthesize virtual science laboratory and blended learning for developing analytical thinking skill of secondary students and to evaluate an appropriate instructional model. The purposive sampling group was 9 various specialists who specialize in blended learning model, analytical thinking, sciences teaching in secondary level, and computer and technological education. The data were collected by in-depth interview. The research instrumentations were a model of virtual science laboratory combining with blended learning and evaluation form of the instructional model prototype. The finding was that the key fundamental factors which would drive the analytical thinking of a student consisted of student module, instructor module, content module, blended learning module and assessment module. The learning processes of the model were comprised of 9 steps which are 1) learning preparation 2) lesson introduction 3) questions asking / problems finding 4) experimenting with virtual science lab 5) discussing and recording results 6) making conclusion 7) creating a science project learning 8) presenting outputs 9) doing a post-test.

The evaluation of the instructional model consisted of two forms which were formative evaluation and summative evaluation which was divided into two parts: analytical thinking ability and science project learning ability. Furthermore, the 9 specialists verified the model which was appropriate and would be able to apply to teach in a classroom for developing the analytical thinking of students.

คำสำคัญ

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือน การเรียนแบบผสมผสาน การเรียนแบบโครงการ การคิดวิเคราะห์

Keywords

Virtual science laboratory, Blended learning, Project-based learning, Analytical thinking

ความสำคัญของปัญหา

ปัญหาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ปัญหาที่สำคัญที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานของนักเรียนไม่ดีพอ ขาดความพร้อมของห้องเรียนห้องปฏิบัติการ และเนื้อหาวิชาเข้าใจยาก และจากการสำรวจความคิดเห็นของครูผู้สอน พบว่าส่วนใหญ่นักเรียนไม่สนใจเรียน ขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานในการฝึกปฏิบัติการ นักเรียนไม่เข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ และขาดแคลนห้องปฏิบัติการ (นิภารัตน์ วิธิ, 2553) ในปัจจุบันปัญหาดังกล่าวได้ถูกนำมาสร้างห้องปฏิบัติการเสมือนจริงขึ้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองได้หลายครั้ง ประหยัดค่าใช้จ่าย และช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง จากบทความเรื่อง Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education ลงพิมพ์ในวารสาร Science ฉบับ Science Education พบว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ต้องมีส่วนที่เรียนโดยการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Investigation) ในนักเรียนทุกกลุ่มอายุ เพราะผลการวิจัยพบว่าการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนค้นคว้าทดลอง (Science Inquiry Learning) ให้ผลดีกว่าการเรียนโดยฟังครูบรรยาย และสาธิต การค้นคว้าทดลองช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับโลกแห่งความเป็นจริงผ่านการใช้เครื่องมือ การใช้เทคนิคเก็บข้อมูล การสร้างโมเดล และการศึกษาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการเสมือนก็ให้ผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (วิจารณ์ พานิช, 2556) จากบทความดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Herga and Dinevski (2012) กล่าวถึงห้องปฏิบัติการแบบปกติกับห้องปฏิบัติการเสมือนจริงว่า เมื่อเปรียบเทียบข้อเสียของห้องปฏิบัติการแบบปกติจะพบว่า ห้องปฏิบัติการปกติจะต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ในการทำทดลองโดยการทดลองแต่ละครั้งยากลำบาก ใช้เวลานาน และมีค่าใช้จ่ายสูง และมีโอกาสได้รับสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยให้สามารถทดลองซ้ำได้ โดยมีสารเคมีและอุปกรณ์การทดลองแทบทุกชนิดที่มีในห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งง่ายต่อการทำทดลองที่มีอันตราย หรือ การทำการทดลองที่มีเงื่อนไขเฉพาะเจาะจง จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงขึ้น เนื่องจากการเรียนที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลา และสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนได้

การคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาที่บุคคลจะกระทำต่อข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิมและข้อมูลที่รับรู้เข้ามาใหม่ เพื่อการสร้างความเข้าใจ ช่วยในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ การคิดวิเคราะห์เป็นหนึ่งในรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต บุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะมีความสามารถในด้านอื่น ๆ เหนือกว่าบุคคลอื่น ๆ ทั้งทางด้านสติปัญญาและการดำเนินชีวิต ซึ่งประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ คือ การสังเกต การเปรียบเทียบ การคาดคะเนและการประยุกต์ใช้ การประเมิน การจำแนกแยกแยะประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน การสรุปเชิงเหตุผล การศึกษาหลักการ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจด้วยเหตุผล ทักษะการคิดวิเคราะห์จึงเป็นทักษะการคิดระดับสูง ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการคิดทั้งหมดทั้งการคิดวิจารณ์ญาณและการคิดแก้ปัญหา (Beyer, 1987; Ruggiero, 1988; ฤทัยรัตน์ ธรเสนา, 2546) ซึ่งการพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นหัวใจสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาไม่ว่าจะปฏิรูปในยุคสมัยใด โดยเฉพาะการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ประเทศต่าง ๆ จะเน้นเรื่องการคิดวิเคราะห์ คิด

สร้างสรรค์ มีทักษะการเรียนรู้ทักษะอาชีพ ทักษะชีวิตทักษะไอซีที และการสื่อสาร (อนันต์ ระบุบุทกข์, 2557) มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำรูปแบบการเรียนการสอนมาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์ เช่น งานวิจัยของจันทร์จิรา แก้วโกย (2554) ทำการศึกษาเรื่องผลของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น อีกทั้งนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2549) และอำภรณ์ นวลทอง (2554) กล่าวว่า การนำการคิดวิเคราะห์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น นอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว กิจกรรมที่เหมาะสมให้เกิดการคิดวิเคราะห์ได้ คือ การจัดกิจกรรมทำโครงการ ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีในการสร้างเสริมการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากการทำโครงการต่าง ๆ นักเรียนต้องค้นคว้าหาคำตอบ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ เริ่มจากปัญหาซึ่งเป็นความสนใจของผู้เรียน รวบรวมข้อมูล ผึกทดลอง และคัดเลือกข้อมูลจากหลักฐานอย่างรอบคอบก่อนลงสรุป อีกทั้งการจัดกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการ ยังเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องค้นคว้าหาคำตอบโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับกิจกรรมให้นักเรียนทำโครงการ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (Conducting Science Projects) มาใช้ร่วมกับการเรียนแบบผสมผสาน ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากในห้องเรียนจริงควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น เนื่องจากการเรียนแบบผสมผสาน เป็นการเรียนจากการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ากับศาสตร์การสอนเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพของการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น เป็นการจัดการเรียนการสอนทางไกลโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย สนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ รวมทั้งการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดระหว่างกัน ผสมผสานกับจัดการศึกษาแบบดั้งเดิม (Traditional Education) ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในหลายช่องทางไม่ว่าจะเป็นออนไลน์ และออฟไลน์ หรือการผสมผสานการใช้คอมพิวเตอร์ควบคู่กับการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียน และเมื่อนำการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (Conducting Science Projects) มาใช้ร่วมด้วย จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และตรวจสอบว่าผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนมากน้อยเพียงใด ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เป็นทีม และพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เป็นการเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของผู้เรียน ภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำจากผู้สอน เพื่อให้ได้คำตอบหรือผลงานที่มีคุณค่า ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการทำงานนั้นด้วยตนเอง ลักษณะการสอนคล้ายตามสภาพจริงของสังคม เป็นการทำงานที่เริ่มต้นด้วยปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาโดยลงมือทดลองปฏิบัติจริง เพื่อจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการคิดที่สูงขึ้น (ประนอม เดชชัย, 2531 อ้างถึงในวนิดา ฉัตรวิราคม, 2554) อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการทำงานกลุ่มร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นได้อีกด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษารูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมุ่งหวังว่ารูปแบบการเรียนนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการทำโครงการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เมืองค์ประกอบ และกระบวนการเรียนรู้อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษารูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนแบบผสมผสาน ด้านการคิดวิเคราะห์ ด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา และด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 9 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คือ รูปแบบการเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และแบบประเมินต้นแบบรูปแบบการเรียน โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย

2. กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย และรูปแบบการเรียน โดยการสังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้กรอบแนวคิดการวิจัยในการสร้างรูปแบบการเรียน ซึ่งสร้างจากทฤษฎีและหลักการ คือ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง การเรียนแบบผสมผสาน การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ โดยมีจุดมุ่งหมายของรูปแบบเพื่อให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้น นำกรอบแนวคิดที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรับปรุงแก้ไขในเบื้องต้น

3. นำรูปแบบการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมและทำการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ก่อนจะนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

4. สร้างแบบประเมินรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยวัตถุประสงค์และคำชี้แจงเกี่ยวกับการประเมิน ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ประเมิน และข้อคำถามโดยใช้การประเมินความสอดคล้อง (Index of item – Objective Congruence: IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ และคำถามปลายเปิด ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ให้คะแนนเท่ากับ +1 หมายถึง แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสม

ให้คะแนนเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมหรือไม่

ให้คะแนนเท่ากับ -1 หมายถึง แน่ใจว่าหัวข้อการประเมินไม่มีความเหมาะสม

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินมาทำการหาค่า IOC ในแต่ละประเด็นของข้อคำถามโดยข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.00 แสดงว่ารายละเอียดของรูปแบบในส่วนนั้นมีความเหมาะสม ส่วนข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 แสดงว่ารายละเอียดของรูปแบบในส่วนนั้นยังไม่มี ความเหมาะสม ต้องพิจารณาปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งใช้เทคนิคการวิเคราะห์เอกสารสำหรับคำถามปลายเปิด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำรูปแบบการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ทำการประเมินโดยใช้แบบประเมินต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก และรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์ผลการประเมินและปรับปรุงต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ รวมทั้งใช้เทคนิคการวิเคราะห์เอกสารสำหรับคำถามปลายเปิด หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปเป็นกรอบแนวคิดในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือเพื่อการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ในการวิจัยขั้นต่อไป

ผลการวิจัย

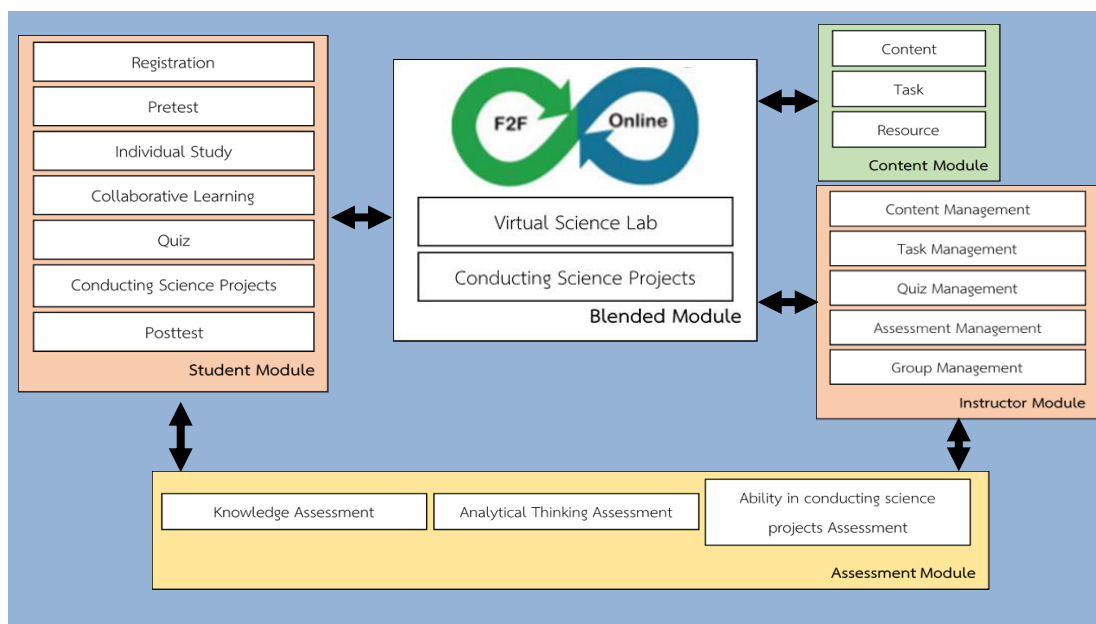
ผลการสังเคราะห์รูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย

1. วัตถุประสงค์ของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง คือเพื่อเป็นแนวทางสำหรับคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในการสร้างและออกแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. หลักการแนวคิดพื้นฐานของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ได้แก่ 1) การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 2) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง 3) การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ และ 4) การนำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมาใช้

3. องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเรียกว่า ViSPA Model ประกอบด้วย

3.1 การออกแบบกรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ เป็นรูปแบบที่มีการผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบเผชิญหน้า (Face-to-Face Learning) ในห้องเรียนแบบปกติ และการเรียนบนเครือข่าย (Online Learning) โดยจะมีการวิเคราะห์ว่าเนื้อหาส่วนใดเหมาะสมที่จะจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนแบบปกติ และเนื้อหาส่วนใดเหมาะสมที่จะจัดการเรียนการสอนบนระบบเครือข่าย



ภาพที่ 1 ViSPA Model

3.2 การออกแบบองค์ประกอบพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด
ประกอบด้วย

1) ส่วนของผู้เรียน (Student Module) ทำหน้าที่ในการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เรียนลงในฐานข้อมูล นอกจากนี้ผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับสมาชิกภายในทีมต้องร่วมกันตั้งข้อสงสัย อภิปรายและนำเสนอผลงานทั้งในรูปแบบห้องเรียนแบบปกติและการเรียนบนเครือข่าย ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ 1.1) การลงทะเบียน (Registration) 1.2) การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) 1.3) เรียนเนื้อหา (Individual Study) ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้เนื้อหาตามหลักสูตร โดยมีรูปแบบการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือ ในห้องเรียนแบบปกติกับครูผู้สอน และการเรียนบนเครือข่ายด้วยตนเอง 1.4) การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) หลังจากเรียนเนื้อหาจากครูผู้สอน หรือศึกษาจากเว็บไซต์และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงแล้ว ผู้เรียนต้องเข้ากลุ่ม เพื่อทำงานกลุ่มตามงานที่ผู้สอนมอบหมายให้เสร็จตามวันเวลาที่กำหนด 1.5) การทดสอบย่อย (Quiz) 1.6) การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (Conducting Science Projects) หลังจากเรียนเนื้อหาและการทดลองครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะต้องจัดกลุ่มเพื่อร่วมกันทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่เรียนรู้ไป โดยการประยุกต์ใช้จากสิ่งที่เรียน หรือคิดขึ้นมาใหม่นอกเหนือจากที่เคยเรียนมาแล้ว ตามขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกันในโครงงานวิทยาศาสตร์ และ 1.7) การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

2) ส่วนของผู้สอน (Instructor Module) ทำหน้าที่ในการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้สอน ลงในระบบฐานข้อมูล นอกจากนี้ผู้สอนจะเป็นผู้จัดการเรียนรู้ อำนวยความสะดวก แนะนำวิธีการเรียน มีส่วนร่วมในการอำนวยความสะดวกในกิจกรรมต่าง ๆ ประเมินผล และให้ผลป้อนกลับ รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูล แสดงความคิดเห็นผ่านการกระบวนกรกลุ่ม ฝึกการคิดวิเคราะห์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิก สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ชี้แนะตลอดจนกระตุ้น และสร้างแรงจูงใจตลอดระยะเวลาการเรียนการสอน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ 2.1) จัดการเนื้อหา (Content Management) 2.2) จัดการงานที่มอบหมาย (Task Management) 2.3) จัดการแบบทดสอบย่อย (Quiz Management) 2.4) จัดการแบบวัดผลสัมฤทธิ์ (Assessment Management) และ 2.5) จัดการกลุ่มผู้เรียน (Group Management)

3) ส่วนของเนื้อหา (Content Module) ทำหน้าที่ในการบันทึก และเก็บเนื้อหาเอกสาร สื่อประกอบการสอน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ 3.1) เนื้อหาบทเรียน (Content) 3.2) งานที่มอบหมาย (Task) 3.3) แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ (Resource)

4) ส่วนของการเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning Module) เป็นการบูรณาการการศึกษารูปแบบต่าง ๆ โดยการนำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมาใช้ร่วมกับการเรียนแบบผสมผสานสำหรับการเรียนในห้องเรียนแบบปกติและการเรียนบนเครือข่าย มาบูรณาการกับเทคโนโลยีสารสนเทศและเข้ากับการสอนเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพของการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งในการวิจัยครั้งนี้ได้นำการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ (Conducting Science Projects) ทำหน้าที่สนับสนุนการทำโครงการเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และตรวจสอบว่าผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนมากน้อยเพียงใด เพื่อช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เป็นทีม และพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1) องค์ประกอบของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ คือ

- กำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากการเรียนแบบผสมผสานด้วยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนร่วมกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้นักเรียนเรียนเนื้อหาวิชาในห้องเรียนแบบปกติ เข้ามาศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่บนเครือข่าย ทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง และอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกันผ่านเครื่องมือบนเครือข่าย

- การแนะนำบทเรียน เป็นการอธิบายรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาที่เรียนในแต่ละสัปดาห์ สื่อ เทคโนโลยี และแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้งาน การวัดและประเมินผล รวมถึงกติกาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานร่วมกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

- กิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการสอนโดยใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานร่วมกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ขั้นเตรียมก่อนการเรียนการสอน ระยะที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ และระยะที่ 3 ขั้นการวัดและประเมินผล โดยในระยะที่ 1 ขั้นเตรียมก่อนการเรียนการสอน จะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) การปฐมนิเทศ 2) ทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน 3) ศึกษาข้อมูลและทดลองปฏิบัติ 4) จัดกลุ่มเพื่ออภิปรายผลการทดลองและทำโครงการ โดยแบ่งกลุ่มละ 4 คน โดยให้ผู้เรียนคละกันโดยไม่มีเงื่อนไข ระยะที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ จะประกอบด้วย 6 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) นำเสนอเนื้อหาที่เรียน 2) ตั้งคำถามหรือปัญหา 3) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง 4) อภิปรายร่วมกันและบันทึกผลการทดลอง 5) สรุปผลการทดลอง พร้อมทั้งตอบคำถาม 6) ผู้เรียนจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ และระยะที่ 3 ขั้นการวัดและประเมินผล จะเป็นการประเมินจากการทดลอง การมีส่วนร่วมในการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนกระบวนการคิดวิเคราะห์แทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ 1) ศึกษาข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ 2) กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ 3) กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ 4) พิจารณาแยกแยะ และ 5) สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์

- เนื้อหาที่เรียน เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเนื้อหาที่สอนในห้องเรียนแบบปกติ และการเรียนบนเครือข่าย

- การสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ จัดให้มีปฏิสัมพันธ์บนเว็บ 2 ลักษณะ คือ 1) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา เป็นการให้ผู้เรียนเรียนด้วยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง และกำหนดแหล่งการเรียนรู้บนเครือข่ายเพิ่มเติมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น 2) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและกับผู้สอน ทั้งรูปแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนอภิปราย สรุปผลการทำทดลอง การทำโครงการร่วมกัน และการปรึกษาผู้สอน โดยใช้แหล่งทรัพยากรต่าง ๆ บนเว็บเป็นเครื่องมือ

- สื่อ เทคโนโลยีและแหล่งการเรียนรู้ สำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานรวมกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จะใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงและแหล่งการเรียนรู้บนเครือข่ายเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อีกทั้งโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้ จะต้องมีความพร้อมของคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพราะต้องมีการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงและเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงแหล่งการเรียนรู้บนเครือข่ายต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ในรายวิชา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตลอดเวลาและเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น

- บทบาทผู้เรียน ผู้เรียนมีหน้าที่ในการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนแบบปกติและการเรียนบนเครือข่าย โดยดำเนินการเรียนตามขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนตามกรอบแนวคิดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานรวมกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องมีความสามารถในการใช้เครื่องมือส่งเสริมการคิด เช่น ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมต่าง ๆ ที่ติดตามด้วย เพราะเครื่องมือเหล่านี้จะช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ง่ายขึ้น และผู้เรียนจะต้องเข้าใจกระบวนการเรียนแบบผสมผสานด้วยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนรวมกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

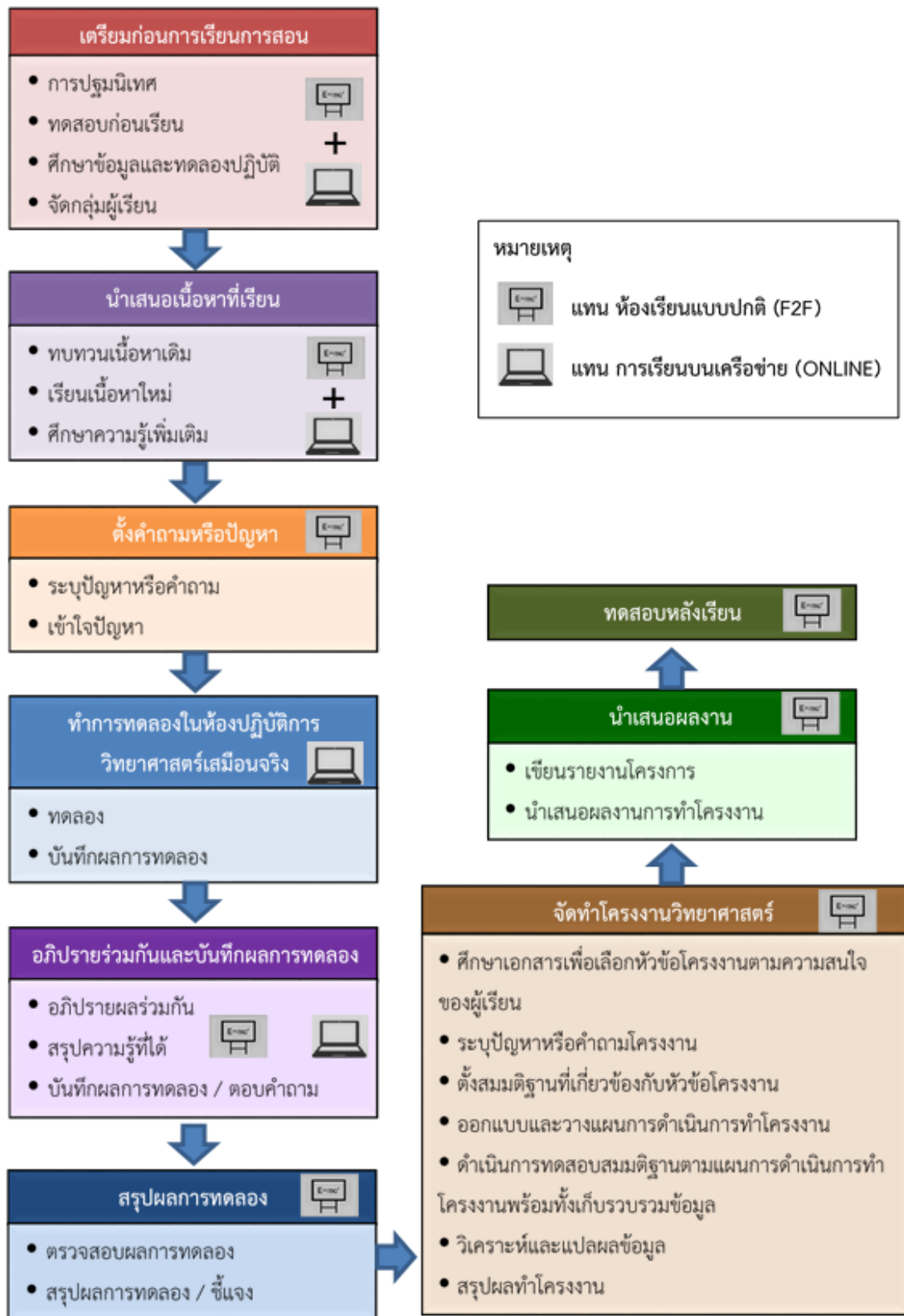
นอกจากนี้ผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับสมาชิกภายในทีมต้องร่วมกันตั้งข้อสงสัย อภิปรายและนำเสนอผลงานทั้งในรูปแบบห้องเรียนแบบปกติและการเรียนบนเครือข่าย

- บทบาทผู้สอน ผู้สอนจะเป็นผู้จัดการเรียนรู้ อำนวยความสะดวก แนะนำวิธีการเรียน มีส่วนร่วมในการอำนวยความสะดวกในกิจกรรมต่าง ๆ ประเมินผล และให้ผลป้อนกลับ รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูล แสดงความคิดเห็นผ่านกระบวนการกลุ่ม ฝึกการคิดวิเคราะห์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิก สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ชี้แนะตลอดจนกระตุ้น และสร้างแรงจูงใจตลอดระยะเวลาการเรียนการสอน

- การวัดและประเมินผล วัดและประเมินผลจากแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไป อีกทั้งยังมีการประเมินผลงานจากการทำโครงงาน สถิติการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ สังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม รวมถึงสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนภายหลังจบการเรียนรู้

5) ส่วนของการประเมินผล (Assessment Module) ทำหน้าที่ในการสนับสนุนเครื่องมือสำหรับประเมินต่าง ๆ ตลอดจนการรายงานความก้าวหน้าทางการเรียน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ 5.1) การประเมินความรู้ (Knowledge Assessment) เป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระตามวัตถุประสงค์แต่ละข้อ 5.2) การประเมินการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking Assessment) เป็นการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน และ 5.3) การประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (Ability in conducting science projects Assessment) เป็นการประเมินผลจากงานหรือกิจกรรมของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

4. กระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานร่วมกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเรียกว่า ViSPA Model ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 เตรียมก่อนการเรียนการสอน ขั้นที่ 2 นำเสนอเนื้อหาที่เรียน ขั้นที่ 3 ตั้งคำถามหรือปัญหา ขั้นที่ 4 ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ขั้นที่ 5 อภิปรายร่วมกันและบันทึกผลการทดลอง ขั้นที่ 6 สรุปผลการทดลอง ขั้นที่ 7 จัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงาน และขั้นที่ 9 ทดสอบหลังเรียน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้

5. การประเมินผลของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานร่วมกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเรียกว่า ViSPA Model เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ใช้กระบวนการประเมินผลตามสภาพจริง โดยการใช้การประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร มีข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข ส่วนไหนบ้าง และให้ผลป้อนกลับเพื่อพัฒนาการเรียนให้ดียิ่งขึ้นไป ประกอบด้วย

5.1 การประเมินความก้าวหน้า (Formative Evaluation) เป็นการประเมินระหว่างการเรียนรู้ เช่น การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นในแต่ละสัปดาห์ หรือแต่ละครั้งที่กำหนด การทำกิจกรรมจากใบงานที่ผู้สอนเตรียมให้

5.2 การประเมินผลรวมสรุป (Summative Evaluation) แบ่งออกเป็น

1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อมูล ส่วนประกอบ หรือองค์ประกอบของข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ และหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหรือส่วนประกอบของข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างแบบวัดโดยอ้างอิงจากกรอบแนวคิดของ Bloom (1956) แล้วออกข้อสอบ 4 ตัวเลือก จากเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยปรับข้อคำถามที่มีอยู่ก่อนแล้ว โดยแบ่งการประเมินเป็น 3 ส่วน คือ 1) วิเคราะห์องค์ประกอบ 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3) วิเคราะห์หลักการ

2) ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นตามขั้นตอนของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งการประเมินเป็น 3 ส่วน คือ 1) ความสามารถด้านกระบวนการทำโครงงาน 2) ความสามารถด้านผลผลิตหรือผลงานโครงงาน และ 3) การทำงานเป็นทีม

6. ผลการประเมินรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสานร่วมกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเรียกว่า ViSPA Model ผู้วิจัยนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน เพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ และประเมินรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 9 คน มีความคิดเห็นว่าองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน และให้การยอมรับว่ารูปแบบการเรียนนี้มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาบทเรียนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้

รายละเอียดการประเมิน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ		ร้อยละของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน			
1. ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	9	-	100
2. ความเหมาะสมของหลักการแนวคิดพื้นฐานของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	9	-	100
3. ความเหมาะสมของกรอบแนวคิดรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ	9	-	100
4. ความเหมาะสมขององค์ประกอบพื้นฐานของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ ตามกรอบแนวคิด	9	-	100
5. ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ	9	-	100
6. ความเหมาะสมของการประเมินผลของรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงฯ	9	-	100

นอกจากนี้ยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการนำรูปแบบการเรียนที่ได้จากการสังเคราะห์ในครั้งนี้ไปพัฒนาให้เกิดผลในระยะต่อไปดังนี้

1) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนควรมีลักษณะทางกายภาพที่เหมือนหรือคล้ายกับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จริงที่ผู้เรียนใช้งาน และควรสร้างบริบทรอบข้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนในขณะนั้น

2) ผู้เรียนควรใช้เวลาในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนให้มากกว่า 1 ครั้งต่อ 1 การทดลอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนผู้เรียนสามารถทำซ้ำได้ และควรมีการประเมินในระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ

3) ควรให้ผู้เรียนจัดกลุ่มตามความสนใจ

4) ข้อคำถามที่เป็นปัญหาหรือคำถามในการทดลองต้องสอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์ และสามารถวัดผลได้

5) ในการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สามารถใช้เครื่องมือการสื่อสารออนไลน์ที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้งาน โดยไม่ต้องให้ผู้เรียนติดตั้งโปรแกรมเสริม เพราะจะทำให้เกิดปัญหาในการเรียนรู้อันเนื่องมาจากปัจจัยภายนอก

อภิปรายผล

จากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเรียกว่า ViSPA Model นั้น จะเห็นได้ว่าได้นำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมาใช้ เนื่องจากเป็นการเรียนที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลา และสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ แต่ไม่มีอาคาร สถานที่ และไม่มี การพบหน้ากัน (Face to face contact) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบทำให้ผู้เรียนไม่เสี่ยงกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริง หรือสถานการณ์จริงที่มีค่าใช้จ่ายสูง และเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงบนหน้าจออย่างง่าย ๆ จะอนุญาตให้ผู้เรียนควบคุมการทดลองได้ และเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ให้คล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการจริงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบหลักการต่าง ๆ สำหรับตัวเอง ส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนได้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2545; บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2553) อีกทั้งได้นำขั้นตอนกระบวนการคิดวิเคราะห์เข้ามาแทรกอยู่ในขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) ศึกษาข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ 2) กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ 3) กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ 4) พิจารณาแยกแยะ และ 5) สรุป และรายงานผลการวิเคราะห์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไปพร้อมกับการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำห้องปฏิบัติการเสมือนจริงไปใช้กับการเรียนการสอน พบว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลการเรียนสูงขึ้น และผู้เรียนจะมีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงอยู่ในระดับมาก รวมไปถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับห้องเรียนปกติจะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้ระบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผู้เรียนส่วนใหญ่จะได้คะแนนสูงกว่าในด้านเนื้อหาที่มีความน่าสนใจ มีการกระตุ้นให้มีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น สามารถติดต่อกับอาจารย์ได้ดี และมีความสะดวกต่อการเรียน (Hiltz, 1997; มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร, 2545; ศุภางค์ ไทยสมบูรณ์สุข, 2547; สุพพล บุญลือ, 2550; จันทร์จิรา แก้วโกย, 2554; สุรจิรา บุญเลิศ, 2556) สำหรับสัดส่วนที่ใช้ในการเรียนแบบผสมผสานนั้นผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นว่าให้จัดตามความเหมาะสมของเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการเรียนการสอน อาจใช้สัดส่วนการเรียนรู้แบบเผชิญหน้า (Face-to-Face Learning) ในห้องเรียนแบบปกติ 30 % และการเรียนบนเครือข่าย (Online Learning) 70 % หรือการเรียนรู้แบบเผชิญหน้า (Face-to-Face Learning) ในห้องเรียนแบบปกติ 50 % และการเรียนบนเครือข่าย (Online Learning) 50 % สอดคล้องกับนักวิชาการที่กล่าวว่า สัดส่วนของการเรียนการสอนแบบผสมผสานนี้อาจใช้สัดส่วนออนไลน์ 30-79 % และวิธีพบปะในชั้นเรียนในสัดส่วน 21-70% โดยขึ้นอยู่กับบริบทห้องเรียน รูปแบบเนื้อหา รูปแบบกิจกรรม และรูปแบบการประเมินผล (Collis & Moonen, 2001; Thorne, 2003; Graham, 2006) อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญยังให้ความคิดเห็นว่า ห้องเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงควรมีทั้งรูปแบบออนไลน์ และออฟไลน์ เพื่อรองรับความพร้อมของอุปกรณ์และระบบเครือข่ายของโรงเรียนที่มีความแตกต่างกัน โดยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงควรมีลักษณะทางกายภาพที่เหมือนหรือคล้ายกับ

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จริงที่ผู้เรียนใช้งาน และควรสร้างบริบทรอบข้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนในขณะนั้น และต้องสามารถทดลองซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Herga and Dinevski (2012) ที่กล่าวไว้ว่า ห้องปฏิบัติการปกติจะต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองที่ใช้ระยะเวลานาน และมีค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยให้สามารถทดลองซ้ำได้ โดยจะต้องมีสารเคมีอุปกรณ์การทดลองแทบทุกชนิดที่เหมือนในห้องปฏิบัติการปกติ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เคยเห็นในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ปกติเข้ากับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงได้

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการวิจัยในระยะต่อไป คือ การนำรูปแบบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงด้วยการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไปพัฒนาและทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ One Group pretest posttest design กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการทำโครงการ รวมไปถึงการศึกษาความพึงพอใจทางการเรียนของผู้เรียน

บรรณานุกรม

- จันทร์จิรา แก้วโกย. (2554). ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนแบบสืบสอบแบบมีและไม่มีกำหนดแนวทางที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2545). Design e-learning: หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- นิภารัตน์ วิสี. (2553). ห้วนศึกษาวิทย์. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/210156>.
- นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. (2549). การวิจัยในชั้นเรียน. โครงการส่งเสริมการแต่งตั้งตำรามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2553). ห้องเรียนเสมือนจริง (Vitual Classroom). สืบค้นจาก http://www.st.ac.th/av/inno_virtclass.htm.
- มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร. (2545). การเปรียบเทียบการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระและแบบจำกัดของบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีต่อความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฤทัยรัตน์ ธารเสนา. (2546). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของนักศึกษาพยาบาล. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). ห้องปฏิบัติการจริง และห้องปฏิบัติการเสมือน. สืบค้นจาก: <https://www.gotoknow.org/posts/534946>.

- วนิดา ฉัตรวิราม. (2554). ปัญหาการสอนแบบโครงงานของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: สำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ศุภางค์ ไทยสมบูรณ์สุข. (2547). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ร่วมมือแบบรวมกลุ่มเรื่องการบริหาร
โครงการในห้องเรียนเสมือนจริง สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหา
บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรจิรา บุญเลิศ. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง
สารละลายกรดและเบส. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรพล บุญลือ. (2550). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็น
หลักในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อนันต์ ระวังทุกข์. (2557). “ผู้ตรวจราชการ ศธ. ย้ำเด็กไทยคิดวิเคราะห์ต่ำจี๋เซตฯ ล็อกเป้าเปลี่ยน
การสอน.” เดลินิวส์ 24 ตุลาคม 2557 : ออนไลน์.
- อำภารัตน์ นวลทอง. (2554). ผลของการเรียนแบบโครงงานวิชางานธุรกิจที่มีวิธีการกลุ่มบนเว็บล็อก
แบบมีโครงสร้างแตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษา
ปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Beyer, B. K. (1987). *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston, MA:
Allyn and Bacon.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of
educational goals*. New York, NY: Longmans, Green.
- Collis, B. and Moonen, J. (2001). *Flexible Learning in a Digital World: Experiences
and Expectations*. London: Kogan-Page.
- Herga, N. R., & Dinevski, D. (2012). Virtual laboratory in chemistry – experimental
study of understanding, reproduction and application of acquired knowledge
of subject’s chemical content. *Organizacija*, 45, 108-116. DOI:
10.2478/v10051-012-0011-7.
- Hiltz, S. R. (1997). *The virtual classroom: A new option for learning via computer
networking*. NorwoodNJ: Ablex.
- Graham, C. (2006). Blended learning systems: Definitions, current trends and future
directions. In C. Bonk & C. Graham (Eds.). *The handbook of blended learning:
Global perspectives, local designs*. San Francisco: John Wiley and Sons.
- Ruggiero, V. R. (1988). *Teaching thinking across the curriculum*. New York: Harper & Row.
- Thorne, K. (2003). *Blended learning: How to integrate online and traditional
learning*. London: Kogan Page.