



การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสารสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

A DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL WEB PAGES ON “ATOMIC THEORIES AND PROPERTIES OF SUBSTANCES” FOR THE STUDENTS OF FORTH KEY STAGE

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก¹, จรุงรัตน์ พันธกิจวงศ์

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

² โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และ 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด

การพัฒนาเว็บเพจเพื่อศึกษามีการดำเนินการสร้าง 3 ขั้นตอน คือ 1) การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ 2) การหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษาโดยการนำไปทดลองวิจัยนำร่องกับนักเรียนจำนวน 3 คน, 9 คน และ 15 คน ตามลำดับ และ 3) การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน รูปแบบการทดลองที่ใช้ คือ แบบกลุ่มเดียว โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติ t-test dependent และกรณีการทดลองหลังเรียน ใช้สถิติ t-test one group

ผลการวิจัยพบว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 70.55/72.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อนำไปทดลองสอน พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 77.55 ซึ่งสูงกว่าระดับดี มีเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดี และมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับดี

คำสำคัญ: เว็บเพจเพื่อการศึกษา, ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร, ผลการเรียนรู้ด้านความรู้, เจตคติต่อการเรียน, ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

Abstract

This study was conducted under two objectives : 1) to develop an educational web-page on Atomic Theories and its properties for the forth key-stage students, to reach the 70/70 criterion and 2) to investigate learning outcomes, on knowledge, attitude towards the developed web-page, and science project presentation ability.

The study was accomplished through three stages of operation; 1) development and quality evaluation of the web-page by experts, 2) efficiency identification of the web-page by three consecutive try-outs with three, nine and fifteen students respectively, and 3) instruction experimentation with thirty M.S. IV students of the Rachavinit Bangkhaepankhum school in Bangkok. The experimental design used was the “One-group Pretest-Posttest”. Data were analyzed by the dependent t-test and the one-group t-test for pre and post tests comparisons and for posttest investigation only, respectively.

Findings of the study revealed that efficiency of the developed web-page reached the criterion of 70/70 with corresponding figures of 70.55/72.89 and its instruction experimentation brought about desirable learning outcomes; posttest average score on knowledge designated as “good level” of 77.55 percent which was higher than its pre-test, students had attitude towards the web-page close to the “good level” and demonstrated science project presentation ability better than the “good level”

Keywords: Educational web-page, Atomic Theories and Properties of substances, Learning outcomes, Attitude Demonstrated, science project presentation ability

บทนำ

การศึกษาเป็นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นทรัพยากรที่มีคุณภาพ ดังนั้น การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาประเทศ และในการพัฒนาทางการศึกษาจำเป็นต้องมีการกำหนดทิศทางในการพัฒนาคนเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างเหมาะสม การศึกษาเป็นกระบวนการที่ช่วยให้คนได้พัฒนาตนเองตลอดชีวิตตั้งแต่แรกเกิด การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถต่างๆ ที่จะดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้อย่างมีความสุข และสังคมโลกในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เป็นยุคของข้อมูลข่าวสารหรือที่เรียกว่า ยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology หรือ IT) ประชากรในทุกภูมิภาคของโลกสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็วและหลากหลายวิธี ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีเกี่ยวกับการสื่อสารโทรคมนาคมก้าวหน้าไปเป็นอันมาก ประกอบกับ

มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ในการรวบรวมข้อมูลข่าวสารอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ในการพัฒนาและบริหารงาน ดังนั้น ระบบข้อมูลสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และพัฒนางานด้านต่างๆ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดค่าใช้จ่าย ประหยัดเวลา และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลให้รูปแบบของการจัดบทเรียนเนื้อหา และสภาพการจัด การเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงจากในอดีตอย่างชัดเจน การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง เป็นแหล่งให้ความรู้เริ่มลดน้อยลง เพราะการแพร่ขยายเข้ามาของเทคโนโลยีสารสนเทศ [1] การจัดการศึกษาตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวทางว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน

พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ รวมทั้งยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากวิชาดังกล่าวเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ แต่วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยยังประสบปัญหาหลายประการ ทั้งด้านหลักสูตร การวัดผลและประเมินผล รวมทั้งกระบวนการเรียนการสอน

การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้จะต้องเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้สอนจะต้องจัดตามความต้องการ หรือความประสงค์ของผู้เรียนเกี่ยวกับความถนัด เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความถนัด มีวิธีการเรียนรู้ไม่เหมือนกัน ผู้สอนจะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน [2] การนำผลของเหตุการณ์และปัญหาการศึกษาเรียนรู้วิเคราะห์ สร้างองค์ความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ สร้างระบบใหม่ เพื่อประยุกต์ใช้กับสภาพจริง เน้นการแข่งขันกับตนเอง ตั้งเป้าหมายเพื่อการพัฒนาตนเองให้ดีขึ้น การสร้างกระบวนการคิด ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เสริมสร้างค่านิยมประชาธิปไตย คุณธรรม จริยธรรม ที่มาจากสภาพจริงมากกว่าการเรียนรู้ด้วยการท่องจำ เป้าหมายการปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ มีวิธีการเรียนรู้โดยตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้อันเป็นอริยทรัพย์ในตน ผู้เรียนรักถิ่นฐานบ้านเมืองของตนเอง มีพลังปัญญา รู้ทันโลก เป็นตัวของตัวเอง เป็นบุคคลที่พึงประสงค์ในสังคมไทย คือ เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์ ใช้เหตุผล รู้จักค้นคว้าหาความรู้และปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ตลอดจนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และนำไปแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ โดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อม

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องได้รับความรู้จากครูในห้องเรียนเท่านั้น แหล่งความรู้มีอยู่รอบตัวไม่ว่าจะเป็นพ่อแม่ ชุมชน ศาสนา ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สื่อสารมวลชนต่างๆ หรือการเรียนรู้จากเทคโนโลยีสารสนเทศ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามา มีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอนมาก เทคโนโลยีสารสนเทศทำให้เข้าถึงแหล่งความรู้และแหล่งข้อมูลได้มากและรวดเร็ว จัดเก็บข้อมูลและความรู้จำนวนมาก โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ต เข้ามามีบทบาททำให้ระบบเศรษฐกิจของโลกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สังคมเปลี่ยนแปลง ข้าราชการบอินเทอร์เน็ตส่งถึงกันได้รวดเร็ว ช่วยลดระยะทาง ลดระยะเวลาในการเรียนรู้ และลดช่องว่างระหว่างส่วนกลางกับภูมิภาค [3] อินเทอร์เน็ตมีส่วนทำให้เกิดการเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะสามประสาน ซึ่งได้แก่ ครู นักเรียน และผู้ปกครอง เข้าด้วยกันโดยผ่านทางเครือข่าย เพื่อความใกล้ชิดระหว่างบ้านกับโรงเรียน ด้วยเทคโนโลยีต่างๆ มีการสร้างเครือข่ายการศึกษาเพื่อโรงเรียนไทยหรือสคูลเน็ต มีการใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียนกันมากขึ้น สร้างระบบการเรียนรู้แบบเครือข่ายที่ไม่ยึดติดกับเวลา สถานที่และบุคคล เป็นการเรียนรู้ตามอัธยาศัยและต่อเนื่องตลอดชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เกี่ยวกับแนวคิดในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้สารสนเทศ (หมวด 9 มาตรา 66) ระบบสังคมจึงเปลี่ยนไปเป็นสังคมที่เต็มไปด้วยการเรียนรู้และเรียกสังคมใหม่นี้ว่า Knowledge Society ดังนั้น ควรมีการนำระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งในขณะนี้ สถาบันการศึกษา รวมทั้งหน่วยงานของรัฐบาลบางแห่งได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว เพราะว่าได้ตระหนักถึงความสำคัญ และคุณค่า

ของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีต่อการศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยเปิดโลกกว้างให้กับผู้เรียน เป็นชุมชนทรัพยากรสารสนเทศมากมายซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีการรับรู้เกี่ยวกับสังคม วัฒนธรรม และโลกมากขึ้น ในลักษณะที่สื่อประเภทอื่นๆ ไม่สามารถทำได้ [4] เป็นการสนับสนุนการสื่อสารและการร่วมมือกันของผู้เรียนไม่ว่าจะในลักษณะของผู้เรียนร่วมห้องหรือผู้เรียนต่างห้องเรียนบนเครือข่ายด้วยกัน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งเป็นการสนับสนุนกระบวนการสหสาขาวิชาการ (Interdisciplinary Approach) ในลักษณะการบูรณาการการเรียนการสอนในสาขาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงเป็นกิจกรรมที่เอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยครูเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์[5] นักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น[6]

สำหรับเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี ได้แบ่งสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 8 สาระ ดังนี้ สาระที่ 1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3) สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4) แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5) พลังงาน สาระที่ 6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สาระที่ 7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และสาระที่ 8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเนื้อหาสาระเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร เป็นส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 และจัดอยู่ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน พุทธศักราช 2544 [7] ที่นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทุกคนต้องเรียน ประกอบกับเนื้อหาสาระเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีลักษณะเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการทดลองและการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ต่างๆ ซึ่งเนื้อหาในบางเรื่องไม่สามารถทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ มีลักษณะเป็นนามธรรมเข้าใจยาก นักเรียนต้องใช้จินตนาการในการเรียนรู้ เช่น การทดลองของมิลลิแกนเกี่ยวกับการหาค่าประจุของอิเล็กตรอนและเนื้อหาในบางเรื่องถึงแม้จะทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้แต่อุปกรณ์ในการทดลองมีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน รวมทั้งผลการทดลองที่ได้ไม่ค่อยชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยาก ต้องอาศัยการค้นคว้าจากตำรา เอกสารต่างๆ จำนวนมากมายจึงจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 - ม.6) ศึกษาวิจัยที่โรงเรียนราชวินิตบางแค ปานฆ่า กรุงเทพฯ ซึ่งเป็นโรงเรียนในเครือข่ายของกลุ่มโรงเรียนที่ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีความร่วมมือในการพัฒนาการ

ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อหาที่พัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1) ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2) ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3) ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4) ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5) ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6) คุณสมบัติของสาร พัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และสามารถนำเสนอผลงานจากสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อประโยชน์ในด้านการเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ได้คะแนนร้อยละ 70)

3. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาอยู่ในระดับดี (มีค่าเท่ากับ 4.00)
4. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิดอยู่ในระดับดี (มีค่าเท่ากับ 4.00)

วิธีดำเนินการวิจัย

แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิต บางแคปานขำ กรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารจากคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และตำราวิชาเคมี เพื่อกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ จากนั้นนำเนื้อหาดังกล่าวมาสร้างเป็นแผนเรื่องราวบทเรียน (Story Board) และนำไปผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

2. นำแผนเรื่องราวบทเรียนที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มาพัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร และนำไปผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร และด้านภาพกราฟิกและพื้นหลัง (Background)

ในการพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ได้มีการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ปรากฏผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับการประเมิน
1. เนื้อหาและการนำเสนอ	4.16	0.21	ดีมาก
2. ภาษาและตัวอักษร	4.28	0.26	ดีมาก
3. ภาพกราฟิกและพื้นหลัง	4.32	0.30	ดีมาก
ภาพรวม	4.25	0.25	ดีมาก

จากตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความเหมาะสมทั้งในเรื่องเนื้อหา การนำเสนอ ภาษา ตัวอักษร ภาพกราฟิก และพื้นหลัง (Background)

ขั้นตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ดำเนินการ ดังนี้

1. นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง และ อ่อน โดยพิจารณาจากผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ภายหลังจากทดลองนำผลของข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องของการทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษา กับนักเรียนจำนวน 3 คน

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
1. คำหรือข้อความบางแห่งมีการพิมพ์ผิด	1. แก้ไขคำหรือข้อความที่พิมพ์ผิดให้ถูกต้อง
2. การเชื่อมโยงข้อมูลกับเว็บไซต์อื่นไม่สามารถเชื่อมโยงได้	2. ปรับแก้ให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเว็บไซต์อื่นได้
3. ภาพประกอบเนื้อและคำบรรยายใต้ภาพมีขนาดเล็ก	3. แก้ไขโดยการปรับขนาดของภาพและคำบรรยายใต้ภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

2. นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 9 คน ซึ่งมีระดับความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อนำผลการทดลอง

มากำหนดเกณฑ์ที่จะใช้เป็นค่าประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา และนำไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบ	\bar{x}	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน (55 ข้อ)	38.80	4.41	70.55 (E ₁)
หลังเรียน (30 ข้อ)	21.86	2.16	72.89 (E ₂)

จากตาราง 3 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าร้อยละ 70.55 และ 72.89 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพ 70 ตัวแรก และ 70 ตัวหลัง แสดงว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 3 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลอง ดำเนินการ ดังนี้

ในการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนจับคู่กันเพื่อร่วมกันศึกษาบทเรียน ทำการศึกษาโดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

ของนักเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ศึกษาพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ข้อสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบที่ผ่านการวิเคราะห์และหาคุณภาพ คะแนนเต็มแยกตามผลวิเคราะห์ตามจุดประสงค์ของเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนโดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา มาเปรียบเทียบ ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

พฤติกรรมที่วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ (N = 30)				\bar{D}	S.D.	T	df	p
		ก่อนเรียน		หลังเรียน						
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.					
1. ความรู้ ความจำ	4	0.96	0.96	3.16	1.36	2.20	1.32	9.104*	29	.000
2. ความเข้าใจ	12	3.40	1.40	9.46	2.82	6.06	2.99	11.100*	29	.000
3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9	2.90	1.12	7.06	2.08	4.16	2.53	9.007*	29	.000
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	5	1.23	1.10	3.56	0.89	2.33	1.42	8.985*	29	.000
ภาพรวม	30	8.50	1.94	23.26	6.37	14.76	6.44	12.556*	29	.000

หมายเหตุ: * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนมีความแตกต่างกัน โดยการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้นในพฤติกรรมทุกด้านที่วัด ($p = 0.000$) ทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2) ค่าร้อยละของผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาค่าร้อยละผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียน โดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อศึกษามาคิดเป็นค่าร้อยละ ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียน

พฤติกรรมที่วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบหลังเรียน (N = 30)			ค่าร้อยละที่กำหนดเป็นเกณฑ์	t	df	p
		\bar{X}	ร้อยละ**	S.D.				
1. ความรู้ ความจำ	4	3.16	79.16	34.16	70	1.469	29	0.076
2. ความเข้าใจ	12	9.46	78.88	23.54	70	2.068*	29	0.024
3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9	7.06	78.51	23.14	70	2.016*	29	0.026
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	5	3.56	71.33	17.95	70	0.407	29	0.343
ภาพรวม	30	23.26	77.55	21.26	70	1.946*	29	0.030

หมายเหตุ: * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** เป็นค่าร้อยละที่คำนวณเทียบจากค่า \bar{X} โดยกำหนดให้คะแนนเต็มมีค่าร้อยละเป็น 100 (เช่น กรณีด้านความรู้ความจำ ค่า $\bar{X} = 3.16$ คิดเป็นร้อยละ 79.16 เป็นต้น)

จากตาราง 5 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียนพบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้พฤติกรรมที่วัดในแต่ละด้าน ด้านความเข้าใจ และด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าระดับดี ($p = 0.024$ และ 0.026

ตามลำดับ) ด้านความรู้ความจำ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีคะแนนหลังเรียนอยู่ในระดับดี ($p = 0.076$ และ 0.343 ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าระดับดี ($p = 0.030$) แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วย

เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับดี

3) ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยนำคะแนนจากการให้นักเรียนสรุปผลสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการทำแผนที่ความคิดหลังจากการเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยปรากฏผล ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

หน่วยการเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	ค่าเฉลี่ยที่กำหนดเป็นเกณฑ์	t	df	p
1. ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	4.66	0.71	4.00	5.135*	29	0.000
2. ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน	4.20	1.12	4.00	0.972	29	0.169
3. ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด	4.53	0.93	4.00	3.117*	29	0.002
4. ทฤษฎีอะตอมของโบร์	4.10	1.15	4.00	0.474	29	0.319
5. ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น	4.56	0.72	4.00	4.264*	29	0.000
6. คุณสมบัติของสาร	4.13	0.97	4.00	0.750	29	0.229
รวม	4.36	0.57	4.00	3.463*	29	0.001

หมายเหตุ: * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร พบว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สูงกว่าค่าเฉลี่ยที่กำหนดไว้ในระดับดี สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 อยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดสูงกว่าระดับเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่านักเรียนที่เรียน

ด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดสูงกว่าระดับดี

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร พบว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 70.55/72.89 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร พบว่า

คะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้าน ทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คะแนนหลังเรียนสูงขึ้นในทุกด้าน

3. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าระดับดี และเมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้าน พบว่า ด้านความเข้าใจ และกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าระดับดี ด้านความรู้ ความจำ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คะแนนหลังเรียนอยู่ในระดับดี

4. เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดีในพฤติกรรมทุกด้าน ทั้งด้านความรู้สึกนึกคิด ด้านการแสดงออก และด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

5. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำให้ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำให้ความคิดสูงกว่าระดับดี และเมื่อพิจารณาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำให้ความคิดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ พบว่า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สูงกว่าระดับดี หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 อยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาวิจัย อภิปรายผล ดังนี้

1. เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีประสิทธิภาพ 70.55/72.89 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งผลการวิจัยข้างต้นเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียน มีค่าร้อยละ 70.55 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าร้อยละ 72.89 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

ประการแรก การออกแบบและพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับหลักในการออกแบบและดำเนินการพัฒนาเว็บเพจเพื่อศึกษามาเป็นลำดับขั้น โดยได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของแผ่นเรื่องราวบทเรียน (Story Board) เกี่ยวกับเนื้อหา จุดประสงค์ แบบฝึกหัด ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนและเวลาเรียน อีกทั้งได้มีการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร และด้านภาพกราฟิกและพื้นหลัง ซึ่งได้มีการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ระดับดีมาก ส่งผลให้เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ จากนั้นได้มีการนำไปทดลองวิจัยนำร่อง โดยนำไปทดลองใช้

กับนักเรียน จำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง ดูความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของเว็บเพจ เพื่อการศึกษา และนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำไปทดลองกับนักเรียน จำนวน 9 คน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุง แก้ไขและนำผลที่ได้ใช้ในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเว็บเพื่อการศึกษา ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพื่อการศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงเป็นสิ่งที่น่าเชื่อถือได้ว่าเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และในการพัฒนาเว็บเพจสำหรับการเรียนการสอน จะต้องคำนึงถึงเป้าหมายเป็นสำคัญ จึงต้องมีการออกแบบและพัฒนาอย่างมีระบบก็สามารถที่จะนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [8]

ประการที่สอง เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นให้มีลักษณะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ ในรูปแบบที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น โดยการใช้ภาพประกอบทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่มีสีสันสวยงาม (อีกทั้งภาพเคลื่อนไหวบางส่วนนักเรียนสามารถควบคุมได้) มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันได้ และมีการประเมินผลเพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นเป็นสื่อที่นักเรียนให้ความสนใจ นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียน มีความรู้ และเข้าใจในบทเรียนดีขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยภาพที่หลากหลายลักษณะ จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความพึงพอใจ สนใจใคร่รู้และมีความรู้สึกรู้ว่าตนเองมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความตั้งใจ [9]

ประการสุดท้าย เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น เป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่

เรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย และกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียน ซึ่งครูผู้สอนส่วนน้อยจะใช้วิธีการสอนผ่านทางอินเทอร์เน็ต จึงทำให้นักเรียนไม่เคยเรียนด้วยวิธีนี้มาก่อน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และมีความกระตือรือร้นที่อยากจะเรียน ผู้เรียนมีความสนใจ สืบค้นข้อมูลมากขึ้น และกล้าแสดงความคิดเห็น ในการอภิปรายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

อนึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ในเนื้อหาที่มีการคำนวณ นักเรียนมักจะไม่ค่อยเข้าใจและต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งการใช้วิธีการถามตอบทางกระดานข่าว (เว็บบอร์ด) หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ มีความล่าช้าและมีข้อจำกัดในการพิมพ์สูตรสมการ และเลขยกกำลัง ซึ่งผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการอธิบายเสริมให้นักเรียนโดยการสอนเหมือนกับการเรียนในห้องเรียนปกติ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = 0.000$) ในทุกพฤติกรรมที่วัดทั้งด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุ

หลายประการ ดังนี้

ประการแรก เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษรและด้านภาพกราฟิก และพื้นหลัง (Background) ผลการประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก อีกทั้งได้นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาไปทดลองวิจัยนำร่องเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และมีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง จึงถือว่าเว็บเพจเพื่อศึกษามีประสิทธิภาพทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงขึ้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น[10]

ประการที่สอง เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น เป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่มีการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวที่น่าสนใจในลักษณะรูปแบบที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยการใช้ภาพประกอบคำอธิบาย ซึ่งมีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ที่มีสีสันสวยงาม ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนที่นักเรียนให้ความสนใจ และมีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน และเร้าความสนใจที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา [18] อีกทั้งยังมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ซึ่งมีการแจ้งคะแนนและผลการประเมินซึ่งช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น [11] ด้วยเหตุนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงขึ้น

ประการสุดท้าย ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

มีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้จัดลำดับขั้นตอนในการเรียน โดยจะเลือกเรียนเนื้อหาใดก่อนหรือหลังได้ตามความสนใจตามความสามารถของตนเอง และตามแต่ศักยภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนเนื้อหาด้วยตัวเองจะทำให้นักเรียนมีความสบายใจ ไม่เครียด ไม่เกิดความวิตกกังวลในการเรียน อีกทั้งยังเกิดความสนุกสนาน และความเพลิดเพลินในการเรียน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ผู้เรียนที่สามารถกำหนดขั้นตอนและวิธีการเรียนด้วยตนเอง รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในการเรียนและบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ปราศจากความกดดัน จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับดีซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

ประการแรก ผู้วิจัยได้นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองวิจัยนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง สำหรับการตรวจสอบสมมติฐาน จำนวน 9 คน เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา และในช่วงทดลองกับนักเรียนจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.37 และ 72.89 ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำค่าร้อยละดังกล่าวใช้กำหนดเป็นเกณฑ์ผลการเรียนด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี คือ ได้คะแนนร้อยละ 70 ดังนั้น ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง น่าจะใกล้เคียง

กับผลการวิจัยนำร่อง เนื่องจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนเดียวกันจะมีคุณลักษณะคล้ายคลึงกัน

ประการสุดท้าย เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบใหม่เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ตซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่และกำลังอยู่ในความสนใจของ นักเรียน อีกทั้งรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา มีคำอธิบายและมีภาพประกอบ ซึ่งมีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ที่มีสีสันสวยงามและนักเรียนสามารถควบคุมได้ มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาและเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง มีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบให้นักเรียนได้ฝึกทำ ซึ่งมีการแจ้งคะแนนและผลการประเมินทันที ทำให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ [12] เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนแบบใหม่และนักเรียนไม่ค่อยได้เรียนด้วยวิธีนี้มากนัก ประกอบกับในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาเป็นการเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน โดยครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้แนะนำในการเรียน ส่วนนักเรียนจะมีบทบาทในการเรียนมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ นักเรียนจะเป็นผู้ควบคุมการเรียนของตนเอง สามารถจัดลำดับขั้นตอนในการเรียนว่าจะเรียนเนื้อหาใดก่อนหรือหลังได้อย่างอิสระตามความสนใจและความสามารถของตนเอง นักเรียนสามารถเรียนและค้นคว้าได้ด้วยตนเองสามารถทบทวนเนื้อหาในเรื่องที่ยังไม่เข้าใจได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนดียิ่งขึ้น อีกทั้งในขณะที่เรียนนักเรียนหนึ่งเรียนเป็นคู่สามารถแลกเปลี่ยนความรู้โดยเฉพาะคู่ของนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน นักเรียนเก่งจะอธิบายและแนะนำให้นักเรียนที่อ่อนกว่าขณะเรียนรู้ร่วมกัน คะแนนจากการทดสอบดีกว่าคู่ของนักเรียนที่มี

ความสามารถไม่แตกต่างกัน ในการศึกษาสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ตลอดจนเป็นการฝึกตนเองให้มีวินัยและมีความรับผิดชอบในการเรียนมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การชนและโมเมนตัมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงขึ้น [13]

อนึ่ง จากผลการวิจัย พบว่า การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ในด้านการนำความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่สูงมากนัก เนื่องจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาซึ่งเป็นการเรียนที่นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติกับสื่อการเรียนการสอนที่เป็นของจริง ประกอบกับเนื้อหาเรื่องดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่มีการคำนวณค่อนข้างยาก และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน จึงส่งผลให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ในด้านดังกล่าวมีคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยไม่สูงมากนัก อีกทั้งจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในการจัดนักเรียนเข้าคู่ในการเรียน ควรจัดนักเรียนที่ระดับความสามารถในการเรียนเก่งปานกลาง และอ่อนให้หนึ่งเรียนนละกัน ไม่ควรให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนอ่อนหนึ่งเรียนคู่กัน เนื่องจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนอ่อนไม่สามารถที่จะเรียนเนื้อหาที่ยากและมีการคำนวณได้ด้วยตนเอง ประกอบกับไม่กล้าที่จะตัดสินใจและไม่มีความเชื่อมั่นในตัวเอง จึงส่งผลให้ผลการเรียนของนักเรียนไม่สูงมากนัก

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

ในการเรียนการสอน และเป็นสื่อการเรียนการสอน อีกรูปแบบหนึ่งที่นักเรียนและครูผู้สอนสามารถที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดีในทุกพฤติกรรมที่วัด ($p = 0.004$) ทั้งด้านความรู้สึกรักคิด ด้านการแสดงออก และด้านการเห็นความสำคัญ และประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการดังนี้

ประการแรก ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นผู้วิจัยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพียง 3 - 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาเพียงสั้นๆ อีกทั้งในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เป็นการเรียนภายในห้องเรียน นักเรียนนั่งเรียนอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องใช้สายตาในการเรียนเนื้อหาความรู้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน และในขณะที่เรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ยังถูกกำหนดด้วยเวลา ซึ่งต้องเรียนด้วยความเร่งรีบเพื่อให้ทันกับเวลา ทำให้ไม่มีอิสระในการเรียน เกิดความเครียด และรู้สึกเบื่อหน่าย จึงส่งผลต่อเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดี ถึงแม้ว่าการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาจะเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย และกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียนก็ตาม ทั้งนี้การจัดกิจกรรมในชั้นเรียน และบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อเจตคติของนักเรียน [14] และพบว่า เมื่อสภาพแวดล้อมในการเรียนเปลี่ยนไปย่อมมีผลต่อเจตคติของนักเรียนไปในทางที่สู้ขึ้น

หรือลดลง [15]

ประการสุดท้าย เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ลักษณะเนื้อหาที่น่าสนใจของหน่วยการเรียนรู้ในหน้าเว็บเพจค่อนข้างมากเกินไป ทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลามากในการอ่านและทำความเข้าใจบทเรียน ประกอบกับเนื้อหาดังกล่าวค่อนข้างยาก เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่มีการคำนวณ และไม่เคยเรียนมาก่อน อาจทำให้นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจในบทเรียน ไม่ค่อยสนุกสนาน และบางครั้งไม่ยอมที่จะเรียนด้วยวิธีนี้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดี ดังนั้นในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรใช้ภาพ แผนภูมิ คำหรือข้อความสั้นๆ ที่เข้าใจง่าย สื่อความหมายดี ไม่ควรให้มีเนื้อหามากเกินไป โดยเฉพาะเนื้อหาย่อยในแต่ละส่วน ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน [16]

อนึ่ง จากการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา นักเรียนมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และตื่นเต้นกับสิ่งที่ได้เรียนสำหรับคู่ของนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน แต่สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลางและอ่อน พบว่าการเรียนด้วยการจำกัดเวลา ทำให้เกิดความเครียด และต้องทำงานส่งทุกครั้งในการเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกไม่มีอิสระ จึงส่งผลให้นักเรียนรู้สึกไม่ติดต่อการเรียนด้วยวิธีนี้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และไม่ควรถูกกำหนดเวลาในการเรียน แต่ควรให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนมากที่สุดตามศักยภาพของนักเรียน

4. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง

ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำความเข้าใจความคิดสูงกว่าระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการดังนี้

ประการแรก ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่ได้นำเสนอเนื้อหาเรื่องราวที่ความกระชับและน่าสนใจ มีคำอธิบายและภาพประกอบ ซึ่งมีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่นักเรียนสามารถควบคุมได้ ซึ่งมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ ประกอบกับการจัดลำดับเนื้อหา มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาที่ต่อเนื่อง มีความยากง่ายเหมาะสม และในการเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และมีหัวข้อย่อในการเรียนเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ซึ่งเมื่อนักเรียนเข้าไปเรียนเนื้อหาดังกล่าวจะทำให้ นักเรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดี ไม่เกิดการสับสนสามารถที่จะสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และนำเสนอในรูปแบบของความคิดแบบองค์รวมได้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเรียนแผนผังมโนทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [10] และยังพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 83.27 [17]

ประการสุดท้าย ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเองมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองสามารถจัดลำดับขั้นตอนในการเรียนได้ตามความสนใจ ความสามารถ ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล และยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีวินัยและมีความรับผิดชอบ

ในการเรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งกิจกรรมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังก่อให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยเฉพาะการวิเคราะห์แบบสืบค้นเนื่องจากในขณะเรียนนักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปยังข้อมูล ข่าวสารจากเว็บไซต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทำให้สามารถศึกษากรณีตัวอย่างได้มากขึ้น ซึ่งในการเข้าไปเรียนเนื้อหาดังกล่าว นักเรียนจะต้องคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และมีการจัดกระทำกับเนื้อหาที่ได้เรียนอย่างมีระบบ จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถสรุปและนำเสนอเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ และมีความต่อเนื่อง และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก [18]

อนึ่ง จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำความเข้าใจความคิดของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร คะแนนเฉลี่ยไม่สูงมากนักเนื่องจากเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เนื้อหาค่อนข้างยาก และมีหลายหัวข้อที่จะต้องเรียน อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ไม่ค่อยเข้าใจ สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ซึ่งเนื้อหาไม่ยากแต่เป็นหน่วยการเรียนรู้สุดท้ายซึ่งนักเรียนอาจเกิดความเหนื่อยล้าและเบื่อหน่ายที่จะต้องเรียนจึงส่งผลให้นักเรียนไม่ยอมที่จะทำแผนที่ความคิด

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ และสามารถสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และนำเสนอออกมาในรูปของการทำแผนที่ความคิด ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรมีการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความรู้และทักษะพื้นฐานในการใช้อินเทอร์เน็ตของนักเรียน ก่อนนำเว็บเพจเพื่อศึกษานี้ไปใช้กับนักเรียน หากนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานทางด้านอินเทอร์เน็ต ผู้สอนควรมีการสอนและฝึกทักษะให้นักเรียนก่อน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2. ในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้จริง ควรให้นักเรียนได้เรียนอย่างอิสระ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ไม่มีการกำหนดเวลา เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนด้วยตนเอง และเกิดการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของแต่ละคน

3. ในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ควรนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ไปหาคุณภาพของแบบทดสอบใหม่อีกครั้ง เพื่อให้แบบทดสอบมีคุณภาพความเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มนั้นๆ

4. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ในกรณีที่เนื้อหามีการคำนวณ นักเรียนมักไม่ค่อยเข้าใจซึ่งต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งการใช้กระดานขาวหรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในการอธิบายมีความล่าช้า และมีข้อจำกัดในเรื่องการพิมพ์สูตร สมการ และเลขยกกำลัง ผู้สอนควรจะอธิบายเนื้อหาดังกล่าวด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เช่นเดียวกับการเรียนในห้องเรียน

5. ในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาไปใช้ ผู้สอนควรมีความรู้และทักษะในการใช้อินเทอร์เน็ต เพื่อโต้ตอบกับผู้เรียน เช่น กระดานขาว จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

6. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา กรณีที่โรงเรียนมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียนในการเรียน 1 คน/เครื่อง ซึ่งจะต้องจัดให้นักเรียนนั่งเรียนคู่กัน ควรจัดนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละกัน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

7. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ผู้สอนสามารถสอดแทรกกิจกรรมอื่นๆ แนะนำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อื่นๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน ในส่วนความรู้เพิ่มเติมดังกล่าว ควรมีใบงานให้นักเรียนได้บันทึกหรือตอบคำถาม เพื่อให้เข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินผลการเรียนรู้

8. ในการพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา การนำเสนอเนื้อหาควรเป็นแบบสรุป ไม่ควรมีเนื้อหามากเกินไป เพราะทำให้ต้องใช้เวลามากในการอ่าน อาจทำให้รู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษาในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ หรือรายวิชาอื่นๆ เนื่องจากเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย และเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ยุคของข้อมูลข่าวสาร หรือยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology หรือ IT)

2. ควรศึกษาผลการใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาในลักษณะอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. ควรศึกษาผลการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ

4. ควรศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในโรงเรียนกับการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามอรรถศาสตร์ว่ามีผลแตกต่างกันอย่างไร

5. ควรพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษาในลักษณะที่ก่อให้เกิดทักษะกระบวนการคิด หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เช่น การสร้างสถานการณ์จำลอง การสร้างเนื้อหาในเชิงเปรียบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สนั่น มาสกุลกลาง. (2544, พฤศจิกายน). “IT กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้”. *วารสารวิชาการ*. 4(11): 66-67.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- [3] ยืน ภู่วรรณ. (2543, กรกฎาคม-กันยายน). “การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามแผนปฏิรูปการศึกษา”. *วารสาร สสวท*. 28(110): 32-36.
- [4] ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2540-2541, พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์). “อินเทอร์เน็ต : เครือข่ายเพื่อการศึกษา”. *วารสารครุศาสตร์*. 26(2): 58-60.
- [5] ทิภากร สาลิกา. (2546). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- [6] สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- [7] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- [8] มন্ত্রী ดวงจิโน. (2544, พฤษภาคม-สิงหาคม). “การสร้างเว็บเพจห้องเรียนเสมือนทางอินเทอร์เน็ต”. *วารสารวิทยบริการ*. 12(2): 35-45.

- [9] สมพร สุขะ. (2545). การพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. 17.
- [10] ปชา ทับทิมหอม. (2543). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษา : บทเรียนเรื่อง Environmental Risk Assessment. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการจัดระบบสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- [11] มนมนัส สุดลิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- [12] จุฑารัตน์ ศราวณะวงศ์. (2544, มกราคม-มีนาคม). “ผลของการเรียนบนเครือข่ายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้เครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ตของนักศึกษา คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น”. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์*. 18(2): 41.
- [13] เลียง ขาดาศิคุณ. (2543). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การชนของโมเมนตัมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- [14] McMillan, J.H. & M.J. May. (1979, May). “A Student of Factors Influencing Attitudes Toward Science”. *Journal of Research in Science Teaching*. 16(3): 217-222.
- [15] Power, C. (1981, January). “Changes in Student Attitudes Toward Science in the Transition Between Australian Elementary and Secondary Schools”. *Journal of Research in Science Teaching*. 18(1): 33-39.
- [16] อเนก ประดิษฐพงษ์. (2545). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชีวิตและวิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- [17] จันท์จิรา จุมพลหล้า. (2546). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- [18] ธนภณ ธรรมรักษ์. (2546). การพัฒนาแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.