

ชื่อผลงานวิจัย (ไทย)

การเปลี่ยนแปลงของความรู้อันเป็นผลจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในทางวิทยาศาสตร์ศึกษา: กรณีศึกษาเชิงประจักษ์จากนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ชื่อผลงานวิจัย (อังกฤษ)

Knowledge Transformation in the Use of Information Technology in Science Education: An Empirical Case Study of Preservice Science Teachers and Secondary School Students

ชื่อนักวิจัย

ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์

ปีที่ผลงานวิจัยเสร็จ

2554

ประเภทของงานวิจัย

เทคโนโลยีการศึกษา

คำสำคัญ

กระบวนการเรียนรู้จากกรณีตัวอย่าง , ศึกษาเชิงประจักษ์ , เทคโนโลยีสารสนเทศ

ความเป็นมา/หลักการและเหตุผล

ในยุคสมัยปัจจุบันของศตวรรษที่ 21 ที่ระบบเศรษฐกิจทั่วโลกที่ถูกเร่งให้ขับเคลื่อนด้วยการมีนวัตกรรมและองค์ความรู้ร่วมสมัย อุตสาหกรรมและตลาดการค้าทั้งภายในและระหว่างประเทศมีอัตราการแข่งขันและการเกิดคู่ค้าใหม่ที่สูงมากขึ้น สภาพที่โอกาสถูกเปิดกว้างเพิ่มมากขึ้นควบคู่กันกับความเสี่ยงที่มากขึ้นเช่นเดียวกัน สังคมต้องเผชิญกับความท้าทายทางเศรษฐกิจ, การเมืองการปกครอง, วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, ภาวะสุขภาพ, และสิ่งแวดล้อมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น และความหลากหลายทางสังคมที่มีลักษณะของการติดต่อและร่วมมือกันอย่างเป็นเครือข่ายในรูปแบบต่างๆ และลักษณะธรรมชาติของการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไป ปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวนั้นล้วนส่งผลโดยตรงต่อทิศทาง มุมมอง และแนวคิดในกระบวนการพัฒนาเพื่อเตรียมความพร้อมและปรับปรุงคุณภาพของประชาชนในประเทศต่างๆ ทั่วโลก (Partnership for 21st Century Skills, 2008) ดังนั้นแล้วการจัดการศึกษาของไทยเพื่อเตรียมคนให้มุ่งก้าวทันโลก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาจากบริบทของสังคมโลกและสังคมไทยในอนาคต มิฉะนั้นการศึกษาของไทยจะไม่สามารถพัฒนาคนได้ทันกับความต้องการและการเปลี่ยนแปลง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540) โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อประชาชนคนรุ่นใหม่ที่จะกลายมาเป็นบุคลากรที่สำคัญของประเทศชาติในอนาคตที่จำเป็นต้องมีองค์ความรู้พื้นฐานและร่วมสมัย, ทักษะการปฏิบัติงานพื้นฐานและจำเพาะด้าน, กระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นและเป็นระบบ, และรูปแบบและ

ความสามารถในการอยู่ร่วมกับบุคคลและสังคมอื่นที่แตกต่างออกไปจากทักษะต่างๆ ในยุคสมัยที่ผ่านมา ซึ่งทักษะสำหรับยุคปัจจุบัน และอนาคตเหล่านั้นจะต้องตอบรับ เท้าทัน และเพียงพอต่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงและทิศทางแนวโน้มของโลก เพื่อนำไปสู่คุณภาพของการดำเนินชีวิตที่เหมาะสมได้ ประสบความสำเร็จ และอยู่อย่างมีความสุขที่แท้จริง

การสร้างสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนที่จะสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบันและแนวโน้มของอนาคต ดังกล่าวข้างต้นได้นั้นคงไม่สามารถหลีกเลี่ยงแนวทางการใช้เทคโนโลยีเพื่อร่วมประสานในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และการให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของตนเองได้ ดังนั้นแล้วในยุคแห่งโลกดิจิทัลนี้การจัดเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะสำหรับยุคปัจจุบันและอนาคต (21st century skills) นั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยการใช้เทคโนโลยีอย่างรอบรู้เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนการสอนที่ช่วยสนับสนุนวิธีการจัดการเรียนรู้และช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่จำเป็นอย่างเข้มข้นและแพร่ขยายกว้างขวางมากขึ้น (State Educational Directors Association et al., 2007)

จากปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นบทความวิจัยนี้มุ่งที่จะนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์อันเป็นข้อค้นพบที่ผู้วิจัยได้รับจากประสบการณ์ตรงอันเป็นผลจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในทางวิทยาศาสตร์ศึกษาในกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครู วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา และผลที่เกิดขึ้นต่อผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมการจัดการเรียนการสอนที่ได้ใช้เทคโนโลยีเพื่อร่วมประสานในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาผลของการใช้กระบวนการเรียนรู้จากกรณีตัวอย่าง (Case-based Learning) ควบคู่กันกับการฝึกปฏิบัติการทดลอง วิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ (Computerized Laboratory Practice) ที่มีต่อลักษณะความรู้ในการสอน จำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์รอง

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา/ที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPCK หรือ TPACK) เป็นกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีร่วมสมัยทางการศึกษาในปัจจุบันที่กล่าวเน้นถึงความสัมพันธ์ร่วมระหว่างกันและความเกี่ยวข้องประกอบรวมกันได้ระหว่างองค์ประกอบของความรู้พื้นฐาน 3 ด้านที่ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีเพื่อนำไปสู่การสร้างกระบวนการเรียนรู้เนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับผู้เรียน ได้แก่

- 1) ความรู้ในเนื้อหา (Content Knowledge)
- 2) ความรู้ในการสอน (Pedagogical Knowledge)
- 3) ความรู้ในเทคโนโลยี (Technological knowledge) (Koehler & Mishra, 2009)

วิธีการวิจัย

1) แบบแผนการวิจัย (Research Design)

ดำเนินงานวิจัยโดยใช้วิธีการวิจัยแบบการศึกษาเฉพาะกรณี (Case Study)

2) กรณีเป้าหมาย

นักศึกษาวิชาชีพครูในหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู ตามโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) วิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 3 คน ที่ออกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาบริบทเดียวกัน ประจำปีภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2553

3) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นนั้น นักศึกษาวิชาชีพครูจะต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาในภาคการศึกษาปลาย พร้อมทั้งออกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาประจำภาคการศึกษาปลายควบคู่กันไป โดยส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ของงานวิจัยในครั้งนี้ โดยในรายวิชาดังกล่าวใช้กระบวนการเรียนรู้จากกรณีตัวอย่าง เพื่อนำเสนอกรณีตัวอย่างของผลงานวิจัยและพัฒนาระดับนานาชาติที่เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน จำนวนทั้งสิ้น 6 กรณี ควบคู่กันกับการฝึกปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ ตลอดระยะเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

(1) กำหนดภารกิจก่อนดำเนินการเรียนรู้จากกรณีตัวอย่างและจากการฝึกปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ โดยให้นักศึกษาวิชาชีพครูเขียนบรรยายเพื่อออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่สนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์ของผู้เรียนครั้งที่ 1

(2) นำเสนอกระบวนการเรียนรู้จากกรณีตัวอย่างควบคู่กันกับการฝึกปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ต่อนักศึกษาวิชาชีพครูสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยรวมเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ต่อเนื่องกัน ซึ่งในระหว่างช่วงเวลาเดียวกันนี้นักศึกษาวิชาชีพครูแต่ละคนก็ต้องออกแบบและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ตามเนื้อหาที่ตนเองทำการสอนเพื่อการทำวิจัยในชั้นเรียนในระหว่างการออกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาด้วย

(3) กำหนดภารกิจหลังดำเนินการเรียนรู้จากกรณีตัวอย่างและจากการฝึกปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ โดยให้นักศึกษาวิชาชีพครูเขียนบรรยายเพื่อออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่สนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์ของผู้เรียนครั้งที่ 2

(4) นักศึกษาวิชาชีพครูดำเนินการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์ตามที่ตนเองได้ออกแบบและพัฒนาแก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในชั้นเรียนที่ตนเองได้ทำการสอน โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

(4.1) ทำการทดสอบความเข้าใจโมติฟิสิกส์ก่อนเรียนล่วงหน้าก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่ตนเองทำการสอน

(4.2) ทำการทดลองโดยดำเนินการจัดการกระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 2 สัปดาห์

(4.3) ทำการทดสอบความเข้าใจโมติฟิสิกส์หลังเรียนหลังจากที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์เสร็จสิ้น

4) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบการเขียนบรรยายการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาสนับสนุนและส่งเสริมการ

เรียนรู้เนื้อหาพิลึกของนักศึกษาวิชาชีพครูโดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อประเมินและระบุระดับความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาของนักศึกษาวิชาชีพครูดังกล่าว

ผลการวิจัย

กรณีที่ 1: นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์คนแรก (เพศหญิง, อายุ 22 ปี)

(1) การเปลี่ยนรูปของความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีของนักศึกษาวิชาชีพครู

ในการกิจการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้พิลึกโดยใช้เทคโนโลยีทั้งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 นักศึกษาคนแรกนี้เลือกออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้โมติพิลึกเรื่อง คุณสมบัติของคลื่น โดยผลการวิจัยพบข้อมูลเชิงประจักษ์ดังนี้

การกิจการออกแบบครั้งที่ 1: นักศึกษามีการระบุถึงความรู้ในเนื้อหาที่จะสอน (C) ได้แก่ การสะท้อนของเสียง-การหักเหของแสง-การแทรกสอดของเสียง-การเลี้ยวเบนของแสง, ระบุถึงวิธีการปฏิบัติการสอน (P) ได้แก่ การปฏิบัติการทดลองแบบลงมือกระทำจริง, และระบุถึงเทคโนโลยีสนับสนุนการสอน (T) ได้แก่ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับบันทึกข้อมูลและสร้างกราฟแสดงผลอย่างแยกเป็นส่วนย่อยตามขั้นตอน แต่ไม่มีการเขียนบรรยายที่แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่าง C และ P ($C \leftrightarrow P$), P และ T ($P \leftrightarrow T$), และ T และ C ($T \leftrightarrow C$) เลยในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ตนเองออกแบบ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินต่อผลการปฏิบัติการกิจที่ 1 ของนักศึกษาค้นแรกนี้สรุปได้ว่ายังไม่สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาสำหรับผู้เรียนได้

การกิจการออกแบบครั้งที่ 2: นักศึกษามีการระบุถึงลักษณะความยุ่งยากจำเพาะของเนื้อหาที่จะสอน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้กระบวนการสอนที่เหมาะสม ($C \leftrightarrow P$) ได้แก่ การเลือกใช้ลักษณะของคลื่นเสียงเพียงชนิดเดียวในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะเพื่ออธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคุณสมบัติของคลื่น, อธิบายกระบวนการของการสอนที่มีการนำเครื่องมือทางเทคโนโลยีมาบูรณาการใช้สนับสนุนการเรียนรู้ ($P \leftrightarrow T$) ได้แก่ กำหนดขั้นตอนการดำเนินกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะของผู้เรียนผ่านการใช้ปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ร่วมกับสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์, อธิบายคุณลักษณะจำเพาะของเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหา ($T \leftrightarrow C$) ได้แก่ ปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลลัพธ์ได้โดยทันทีและใช้ให้เห็นจริงเพื่อประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ อีกทั้งสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์สามารถเห็นภาพปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของคลื่นเสียงได้ชัดเจนขึ้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินต่อผลการปฏิบัติการกิจที่ 2 ของนักศึกษาค้นแรกนี้สรุปได้ว่ามีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาในระดับที่ 2 คือ เกิดแนวคิดได้ว่าเมื่อเนื้อหา/ข้อความรู้ที่จะนำมาสอนมีลักษณะจำเพาะที่เป็นความยุ่งยาก/อุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนั้นเนื้อหา/ข้อความรู้นั้นจะต้องถูกเปลี่ยนรูปให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมและสอดคล้องต่อการปฏิบัติ/เทคนิค/กระบวนการของการสอนได้ โดยการเลือกใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการเปลี่ยนรูปเนื้อหา/ข้อความรู้ดังกล่าว และยังเป็นเครื่องมือที่สอดคล้องและสนับสนุนต่อการปฏิบัติ/เทคนิค/กระบวนการของการสอนที่เลือกใช้

(2) การเปลี่ยนรูปของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ผลการศึกษาความเข้าใจโมติ (Conceptual Understanding) เรื่องคุณสมบัติของคลื่นเสียงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คนที่นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์คนแรกได้ปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน พบว่าความเข้าใจโมติก่อนเรียน (Pre-conceptions) ของผู้เรียนนั้นมีทั้งความเข้าใจโมติวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions) และความเข้าใจโมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) ในทั้ง 4 โมติหลักที่ทำการศึกษา ได้แก่ การสะท้อน, การแทรกสอด, การหักเห, และการเลี้ยวเบน แต่หลังจากที่ได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีปฏิสัมพันธ์ผ่านปฏิบัติการทดลองจริงและสถานการณ์จำลอง

ทางคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดหลังเรียน (Post-conceptions) ที่เป็นความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้นและมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง โดยเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจแนวคิดเฉลี่ยของผู้เรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งพบว่าผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติขึ้นใน 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) การปรับปรุงความเข้าใจ (Differentiation) ในการเรียนรู้มโนคติการสะท้อนและการแทรกสอดของเสียง โดยคิดเป็นร้อยละ 13.33 และ 90.00 ตามลำดับ, (2) การขยายชั้นความเข้าใจ (Class Extension) ในการเรียนรู้มโนคติการสะท้อน, การหักเห, และการเลี้ยวเบนของเสียง โดยคิดเป็นร้อยละ 26.67, 33.33 และ 76.67 ตามลำดับ และ (3) การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ (Reconceptualization) ในการเรียนรู้มโนคติทั้ง 4 มโนคติที่ศึกษา ได้แก่ การสะท้อน, การแทรกสอด, การหักเห, และการเลี้ยวเบน โดยคิดเป็นร้อยละ 60.00, 3.33, 63.33 และ 23.33 ตามลำดับ

กรณีที่ 2: นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์คนที่สอง (เพศหญิง, อายุ 22 ปี)

(1) การเปลี่ยนรูปของความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีของนักศึกษาวิชาชีพครู

ในการกิจการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้เทคโนโลยีครั้งที่ 1 นักศึกษาคนที่สองนี้เลือกออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้มโนคติฟิสิกส์เรื่อง ปฏิกริยานิวเคลียร์ ส่วนภากรกิจการออกแบบครั้งที่ 2 นักศึกษาคนที่สองนี้เลือกออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้มโนคติฟิสิกส์เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยผลการวิจัยพบข้อมูลเชิงประจักษ์ดังนี้

การกิจการออกแบบครั้งที่ 1: นักศึกษามีการ **ระบุ**ถึงลักษณะความยุ่งยากจำเพาะของเนื้อหาที่จะสอน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้กระบวนการสอนที่เหมาะสม ($C \leftrightarrow P$) ได้แก่ ปฏิกริยานิวเคลียร์เป็นเรื่องที่อธิบายได้ยาก ถ้าใช้เนื้อหาตามตำราหรือการสอนโดยบรรยายหน้าชั้นเรียนอาจจะส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถจินตนาการหรือสร้างภาพได้, **ระบุ**เครื่องมือทางเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้เป็นสิ่งสนับสนุนประกอบการปฏิบัติการสอน ($P \leftrightarrow T$) ได้แก่ เปิดวิดีโอการระเบิดของระเบิดนิวเคลียร์ให้ผู้เรียนได้ชม, **ระบุ**เนื้อหา/ข้อความที่สามารถถูกสนับสนุนให้การเรียนรู้ดีขึ้นได้โดยการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีมาประกอบ ($T \leftrightarrow C$) ได้แก่ การใช้ภาพเคลื่อนไหวแบบแอนิเมชันที่แสดงให้เห็นการชนระดับอะตอมของปฏิกริยานิวเคลียร์ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินต่อผลการปฏิบัติการที่ 1 ของนักศึกษาคนที่สองนี้สรุปได้ว่ามีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาในระดับที่ 1 คือ รับรู้ได้ถึงความยุ่งยาก/อุปสรรคของเนื้อหาหรือข้อความที่จะสอน และรับรู้ว่าจะจำเป็นต้องเปลี่ยนการปฏิบัติ/เทคนิค/กระบวนการของการสอน โดยอาจจะใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีมาประกอบการสอนเนื้อหา

การกิจการออกแบบครั้งที่ 2: นักศึกษามีการ **ระบุ**ถึงลักษณะความยุ่งยากจำเพาะของเนื้อหาที่จะสอน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้กระบวนการสอนที่เหมาะสม ($C \leftrightarrow P$) ได้แก่ เนื้อหากฎการอนุรักษ์พลังงานมีความเป็นอุดมคติ ทำให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงไปสู่กิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ยาก ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนได้มาก และทำให้เรียนรู้มโนคติที่สูงขึ้นได้ลำบาก, **อธิบาย**กระบวนการสอนที่สอดคล้องต่อการนำเครื่องมือทางเทคโนโลยีมาบูรณาการเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ ($P \leftrightarrow T$) ได้แก่ การใช้ปฏิบัติการทดลองแบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์เอื้ออำนวยให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนไม่ใช่เป็นการรับข้อมูลการบรรยายเพียงอย่างเดียว และยังชักจูงให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องด้วย, **อธิบาย**คุณลักษณะจำเพาะของเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียนรู้ในเนื้อหา/ข้อความ ($T \leftrightarrow C$) ได้แก่ การใช้การปฏิบัติการทดลองแบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ในการสอนเรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงาน จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้ชัดเจนจากการทดลอง สามารถแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว และผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้องจากการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองที่ได้ออกมาเป็นกราฟซึ่งมีความแม่นยำสูงมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยมือแบบปกติ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินต่อผลการปฏิบัติการที่ 2 ของนักศึกษาคนแรกนี้สรุปได้ว่ามีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาในระดับที่ 2 คือ เกิดแนวคิดได้ว่าเมื่อเนื้อหา/ข้อความที่จะนำมาสอนมีลักษณะจำเพาะที่เป็นความยุ่งยาก/อุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนั้นเนื้อหา/ข้อความนั้นจะต้องถูกเปลี่ยนรูปให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมและสอดคล้องต่อการปฏิบัติ/เทคนิค/กระบวนการของการสอนได้ โดยการเลือกใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการเปลี่ยนรูปเนื้อหา/ข้อความดังกล่าว และยังเป็นเครื่องมือ

ที่สอดคล้องและสนับสนุนต่อการปฏิบัติ/เทคนิค/กระบวนการของการสอนที่เลือกใช้

(2) การเปลี่ยนรูปของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ผลการศึกษาความเข้าใจโน้มนำเรื่องทฤษฎีงาน-พลังงานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 37 คนที่นักศึกษาวิชาชีววิทยาศาสตร์คนที่สองได้ปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน พบว่าก่อนเรียนผู้เรียนส่วนมากไม่มีความเข้าใจโน้มนำ (No conception) และบางส่วนมีความเข้าใจโน้มนำวิทยาศาสตร์และความเข้าใจโน้มนำที่คลาดเคลื่อนในทั้ง 3 โน้มนำหลักที่ศึกษา ได้แก่ พลังงานจลน์, พลังงานศักย์, และกฎอนุรักษ์พลังงาน แต่หลังจากที่ได้เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยการสาธิตประกอบคำบรรยายอย่างมีปฏิสัมพันธ์ผ่านปฏิบัติการทดลองแบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์แล้ว ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจโน้มนำหลังเรียนที่เป็น ความเข้าใจโน้มนำวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และลดจำนวนของความเข้าใจโน้มนำที่คลาดเคลื่อนลงไป โดยเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจโน้มนำเฉลี่ยของผู้เรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งพบว่า ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนโน้มนำเพิ่มขึ้นใน 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) การปรับปรุงความเข้าใจ ในการเรียนรู้โน้มนำพลังงานศักย์และกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยคิดเป็นร้อยละ 13.51 และ 10.81 ตามลำดับ, และ (2) การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ ในการเรียนรู้โน้มนำทั้ง 3 โน้มนำที่ศึกษา ได้แก่ พลังงานศักย์, พลังงานจลน์, และกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยคิดเป็นร้อยละ 2.70, 2.70 และ 8.11 ตามลำดับ

กรณีที่ 3: นักศึกษาวิชาชีววิทยาศาสตร์คนที่สาม (เพศชาย, อายุ 24 ปี)

(1) การเปลี่ยนรูปของความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีของนักศึกษาวิชาชีววิทยา

ในภารกิจการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้เทคโนโลยีครั้งที่ 1 นักศึกษาคนที่สามนี้เลือกออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้โน้มนำฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ส่วนภารกิจการออกแบบครั้งที่ 2 นักศึกษาคนที่สามนี้เลือกออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้โน้มนำฟิสิกส์เรื่อง อัตราเร็วของเสียง โดยผลการวิจัยพบข้อมูลเชิงประจักษ์ดังนี้

ภารกิจการออกแบบครั้งที่ 1: นักศึกษามีการ ระบุความเป็นตัวแทนเนื้อหา/ข้อความที่สามสามารถใช้เพื่อช่วยเหลือการเรียนรู้เนื้อหา/ข้อความนั้น ($C \leftrightarrow P$) ได้แก่ การนำภาพถ่ายที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของวัตถุมานำเสนอต่อผู้เรียน, ระบุเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้เพื่อสนับสนุนประกอบการปฏิบัติการสอน ($P \leftrightarrow T$) ได้แก่ ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำการทดลองในสถานการณ์จริงเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวโค้งก่อน แล้วจากนั้นใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์แสดงให้ผู้เรียนได้สังเกตเห็นวิถีในการเคลื่อนที่ของวัตถุ, ระบุเนื้อหา/ข้อความที่สามารถถูกสนับสนุนให้การเรียนรู้ดีขึ้นได้โดยการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีมาประกอบ ($T \leftrightarrow C$) ได้แก่ การใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนที่ละขั้นตอนถึงวิธีการเคลื่อนที่ของวัตถุจากค่ามุมต่างๆ กัน และระยะทางที่วัตถุสามารถเคลื่อนที่ไปได้ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินต่อผลการปฏิบัติการที่ 1 ของนักศึกษาค้นที่สามนี้สรุปได้ว่ามีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาในระดับที่ 1 คือ รับรู้ได้ถึงความยุ่งยาก/อุปสรรคของเนื้อหาหรือข้อความที่จะสอน และรับรู้ว่าเป็นต้องเปลี่ยนการปฏิบัติ/เทคนิค/กระบวนการของการสอน โดยอาจจะใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีมาประกอบการสอนเนื้อหา

ภารกิจการออกแบบครั้งที่ 2: นักศึกษามีการ อธิบายกระบวนการสอนที่ตอบสนองได้ต่อการทำความเข้าใจในตัวแทนของเนื้อหา/ข้อความ ($C \leftrightarrow P$) ได้แก่ จัดสร้างสถานการณ์ที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้เผชิญคือ ภารกิจการวัดอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางที่แตกต่างกันและในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน จากนั้นให้ผู้เรียนคาดคะเนผลลัพธ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้จริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือทดลองจริงเพื่อตรวจสอบการคาดคะเนของตนเอง กำหนดให้ผู้เรียนสะท้อนแนวคิดของตนเองที่ได้รับจากผลการทดลองระหว่างกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิด และสุดท้ายถ่ายโยงแนวคิดที่ได้รับไปสู่การอธิบายเหตุการณ์อื่น, อธิบายกระบวนการสอนที่สอดคล้องต่อการนำเครื่องมือทางเทคโนโลยีมาบูรณาการเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ ($P \leftrightarrow T$) ได้แก่ การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทั้งการมีส่วนร่วมในการทำการทดลองและการทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลการทดลอง การวิเคราะห์ และการสรุปผลข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science), อธิบายคุณลักษณะจำเพาะ/ขั้นตอนการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีมาเป็นส่งเสริม

การเรียนรู้ในเนื้อหา/ข้อความรู้ ($T \leftrightarrow C$) ได้แก่ จัดวางเซ็นเซอร์ไมโครโฟนจำนวน 2 ตัวห่างกันตั้งแต่ 1 เมตรขึ้นไป (ลดความคลาดเคลื่อนของการทดลอง) และนำไมโครโฟนต่อเข้ากับเครื่อง MultiLog เพื่อแปลงสัญญาณ และต่อเครื่อง MultiLog เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลและแสดงผลผ่านซอฟต์แวร์ MultiLab แล้วเริ่มต้นการเรียนรู้จากการทดลองวัดอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางต่างชนิดกัน, ต่างสถานะ, หรือสมบัติต่างกันเป็นลำดับแรก จากนั้นการทดลองต่อมาเป็นการวัดอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางชนิดเดียวกันแต่ที่ระดับอุณหภูมิที่ต่างกันโดยใช้การทำงานประสานร่วมกันกับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินต่อผลการปฏิบัติการกิจที่ 1 ของนักศึกษาคนที่สามนี้สรุปได้ว่ามีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาในระดับที่ 3 คือ ออกแบบการปฏิบัติจริงที่เป็นไปได้สำหรับกระบวนการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีที่มีสมรรถนะที่ตอบสนองได้ต่อการสนับสนุนการเปลี่ยนรูปเนื้อหา/ข้อความรู้ที่มีความยุ่งยาก/อุปสรรคให้เกิดความสะดวกต่อการเรียนรู้เนื้อหานั้นได้ และยังเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมให้การปฏิบัติ/เทคนิค/กระบวนการของการดำเนินการสอนเป็นไปอย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

(2) การเปลี่ยนรูปของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ผลการศึกษาความเข้าใจแนวคิดเรื่องอัตราเร็วของคลื่นเสียงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คนที่นักศึกษาวิชาชีวศรวิทยาศาสตร์คนที่สามได้ปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน พบว่าความเข้าใจแนวคิดก่อนเรียนของผู้เรียนนั้นมีทั้งความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในทั้ง 2 มโนคติที่ทำการศึกษา ได้แก่ อัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางต่างชนิดกัน และอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน แต่หลังจากที่ได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสาธิตประกอบคำบรรยายอย่างมีปฏิสัมพันธ์ผ่านปฏิบัติการทดลองแบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์แล้ว ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนที่เป็นความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้นและมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง โดยเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจแนวคิดเฉลี่ยของผู้เรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งพบว่าผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติขึ้นใน 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) การปรับปรุงความเข้าใจ ในการเรียนรู้มโนคติทั้ง 2 มโนคติที่ศึกษา ได้แก่ อัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางต่างชนิดกันและอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 34.38 และ 12.50 ตามลำดับ, (2) การขยายชั้นความเข้าใจ ในเฉพาะการเรียนรู้มโนคติอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางต่างชนิดกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 21.88 และ (3) การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ ในเฉพาะการเรียนรู้มโนคติอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 6.25

อภิปรายผล

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีตามภารกิจการออกแบบการจัดการกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 และ 2 ของนักศึกษาวิชาชีวศรวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 กรณีเป้าหมายพบว่า ความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีในแต่ละภารกิจมีความแตกต่างกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักศึกษากลุ่มดังกล่าวมีการเปลี่ยนรูป (Transformation) ของความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีไปจากเดิม โดยในภารกิจที่ 2 เหล่านักศึกษาวิชาชีวศรวิทยาศาสตร์สามารถแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาศักยภาพการจัดการกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของเหล่านักศึกษาวิชาชีวศรวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาที่สูงขึ้น

นอกจากนั้นแล้วผลที่ได้จากการที่นักศึกษาวิชาชีวศรวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 กรณีเป้าหมายได้ออกแบบและพัฒนา กระบวนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและนำไปทดลองใช้สอนในบริบทของชั้นเรียนวิทยาศาสตร์จริงพบว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นความเข้าใจมโนคติทางฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน ซึ่งก็สะท้อนให้เห็นเช่นเดียวกันว่านักเรียนระดับชั้นมัศึกษาดังกล่าวมีการเปลี่ยนรูปของความรู้วิทยาศาสตร์ไปจากเดิมเช่นเดียวกัน โดยลักษณะความเข้าใจมโนคติทางฟิสิกส์หลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการจัดการกระบวนการเรียนรู้ของเหล่านักศึกษาวิชาชีวศรวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลให้ผู้เรียนเกิด

กลไกการปรับเปลี่ยนมโนคติภายในโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนกลุ่มดังกล่าวได้รับการพัฒนาทักษะทางปัญญาในการเรียนรู้เนื้อหาที่ติมากขึ้น

ดังนั้นแล้วจากผลการประเมินกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์โดยการใช้ การเรียนรู้จากกรณีตัวอย่างควบคู่กันกับการฝึกปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์ใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับการเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ และระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา แสดงให้เห็นว่า การใช้การเรียนรู้จากกรณีตัวอย่างควบคู่กันกับการฝึกปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบบลงมือกระทำจริงผ่านคอมพิวเตอร์สามารถใช้เป็นนวัตกรรมในกระบวนการพัฒนาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งกระบวนการดังกล่าวส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปของความรู้ไปสู่ระดับความสามารถที่สูงขึ้นในการจัดกระบวนการ เรียนการสอนในชั้นเรียนได้ โดยจะเห็นได้จากผลการเปลี่ยนรูปความรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์โดยนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนา ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปของความรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาไปสู่ความเป็นความเข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์

(1) เป็นแนวทางการออกแบบ พัฒนา และนำไปสู่การปฏิบัติจริงในกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ที่เน้นให้ครูผู้สอนได้พัฒนาทั้งทักษะทางปัญญาผ่านการสร้างความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี และทักษะการปฏิบัติจริงผ่านกระบวนการวิจัยในชั้นเรียน

(2) ใต้นวัตกรรมกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ครูผู้สอนก้าวไปสู่การพัฒนาศักยภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหา และสนับสนุนผู้เรียนไปสู่การพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับยุคปัจจุบันและอนาคต

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

(1) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการศึกษาที่ตอบรับและเท่าทันวิถีปัจจุบันของนานาชาติ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทุกสาขาวิชาควรได้รับกระบวนการพัฒนาความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยี และส่งเสริมให้นำไปปฏิบัติในบริบทการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จริงเพื่อพัฒนาศักยภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศส่งเสริมกระบวนการสอนเพื่อให้รู้ในเนื้อหาอย่างแพร่หลายและเข้มข้นมากขึ้นกว่าเป็นเพียงการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตเท่านั้น

(2) เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง ครูผู้สอนควรมีทักษะในการคิดและสร้างนวัตกรรมจัดการเรียนรู้แต่ละเนื้อหา/ข้อความรู้ในสาขาวิชาที่ถนัดได้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมให้เกิดการนำไปใช้ได้จริงอย่างเชี่ยวชาญในการพัฒนาความรู้พื้นฐาน ทักษะการคิดและปฏิบัติ เจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมของผู้เรียน