

นวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา

Learning Innovation and Promotion to STEM Education

สืบพงษ์ ปรายใหญ่*

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก บางกะปิ กทม. 10240

E-mail: suebpong_p@hotmail.com

Suebpong Prabyai*

Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Huamak, Bangkok, 10240

E-mail: suebpong_p@hotmail.com

บทคัดย่อ

สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อประเทศไทยเนื่องจากช่วยพัฒนาบุคลากรทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่นวัตกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งใหม่ที่น่าสนใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ควบคู่กับสะเต็มศึกษาเพื่อช่วยสร้างกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสำเร็จในการนำนวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา สามารถช่วยกระตุ้นความสนใจและเพิ่มขีดความสามารถของนักเรียนให้สูงขึ้น ประโยชน์ของการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ช่วยพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี ส่งเสริมความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของประเทศ สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ยกย่องการศึกษาด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปรับปรุงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ผ่านสะเต็มศึกษา การส่งเสริม การศึกษาด้านเทคโนโลยีผ่านนวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนของผู้เรียนยังสามารถ ช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหา ความสามารถในการประเมินข้อมูลที่ซับซ้อนและ แก้ปัญหาที่ยาก เพิ่มโอกาสในการทำงานและทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้ในอนาคต

คำสำคัญ: นวัตกรรมการเรียนรู้, สะเต็มศึกษา, การส่งเสริม

Abstract

STEM education is important to Thailand as it helps develop the scientific and technical workforce. Successful implementation of learning innovation, enhanced by STEM education support, helps increase student interest and strengthens their capacity to learn. An integration of Science, Technology, Engineering and Mathematics contributes to the building of the Technology body of knowledge, fosters the country's economic development, enhances student learning experience, leverages Science and Technology education and

improves Science and Mathematics literacy through STEM Education. The promotion of Technology Education through learning innovation, together with Classroom-Enhanced STEM Education, helps students develop skills in Critical Thinking, Problem-Solving, Complicated Data Evaluation, Complicated Problem Solving, helps provide them with more employment opportunities, and empowers them to create their own innovations in the future.

Keywords: Learning Innovation, STEM Education, Promotion

1. บทนำ

โลกปัจจุบันต้องเผชิญหน้ากับความต้องการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสามารถนำมาสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแต่ละประเทศมีความกระตือรือร้นที่จะเป็นผู้นำทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับแนวหน้า การปฏิรูปการศึกษาโดยการบูรณาการสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือสะเต็มศึกษาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ซึ่งการปฏิรูปการศึกษาได้มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาจะเน้นความสำคัญของความรู้ การเรียนการสอนแบบบูรณาการที่จะทำให้ประสบความสำเร็จต้องเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนแบบแยกเนื้อหาสาขาวิชาเป็นการเรียนการสอนแบบบูรณาการเพื่อที่จะสามารถส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน [1]

การนำสะเต็มศึกษาที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์มาบูรณาการในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาได้รับการพัฒนาในบางประเทศอย่างน้อยสามทศวรรษแล้ว และมีการให้ความสำคัญที่มากขึ้น วาระการนำสะเต็มศึกษามาใช้ถูกขับเคลื่อนด้วยการศึกษาระดับอาชีวศึกษาเพื่อพัฒนาอาชีพและเป้าหมายทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป้าหมายในการใช้พัฒนาอาชีวศึกษานั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับการขาดแคลนทักษะของแรงงานในสาขาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางสู่อนาคต สร้างโอกาสในการทำงาน กลยุทธ์การนำสะเต็มศึกษามาใช้ได้ถูกออกแบบมาเพื่อพัฒนาความเข้มแข็งของนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักเทคโนโลยี และนักคณิตศาสตร์ในอนาคต [2] ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีรายงานว่ามีความต้องการแรงงานทักษะมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง การนำสะเต็มศึกษามาใช้เพื่อตอบสนองความท้าทายการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

สภาพการเมือง สังคม และเทคโนโลยีของแต่ละประเทศที่ต่างกันทำให้ส่งผลต่อระบบการศึกษาและเทคโนโลยีแตกต่างกัน [3] และมีแนวทางการศึกษาเทคโนโลยีที่แตกต่างกันด้วย การพัฒนาทางเศรษฐกิจที่เน้นการนำสะเต็มศึกษามาใช้จะส่งผลให้เกิดความมั่นใจสามารถยืนยันทันและเสริมสร้างบทบาทของประเทศในฐานะผู้นำของโลก การค้นพบทางวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมทางเทคโนโลยีเป็นสิ่งจำเป็นในการตอบสนองความท้าทายและความสามารถในการแข่งขันระดับโลกจากการการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเร่งด่วน ซึ่งการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยได้

สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อประเทศไทยโดยช่วยสร้างกำลังคนด้าน “สะเต็ม” และสร้างพลเมืองที่มีทักษะทางการคิด การแก้ปัญหา ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยในโลกที่มีการแข่งขันกันมากขึ้น ตลอดจนเตรียมตัวรับการรวมตัวเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน และในระยะยาว “สะเต็มศึกษา” จะช่วยพัฒนาประเทศไทยจากประเทศผู้ใช้เทคโนโลยีมาเป็นประเทศที่สามารถสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้เอง โดยการพัฒนากำลังคนด้าน “สะเต็ม” นั้นจะดำเนินการควบคู่ไปกับการพัฒนากำลังคนในสาขาวิชาอื่น ๆ รวมทั้งการทำนุบำรุงวัฒนธรรม ค่านิยม และขนบธรรมเนียมต่าง ๆ

2. นวัตกรรม

นวัตกรรม (Innovation) มีรากศัพท์มาจาก innovare ในภาษาละติน แปลว่า ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา ในเชิงเศรษฐศาสตร์ความหมายของนวัตกรรม หมายถึงการนำแนวความคิดใหม่หรือการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วนำมาใช้ในรูปแบบใหม่ เพื่อทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ หรืออีกนัยคือ การทำในสิ่งที่แตกต่างจากบุคคลอื่น โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงต่างๆ (Change) ที่เกิดขึ้นรอบตัวเราให้กลายมาเป็นโอกาส (Opportunity) และถ่ายทอดไปสู่แนวความคิดใหม่ที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

นวัตกรรม หมายถึง การกระทำที่ใหม่ของตนเอง หรือการกระทำของตนเองที่ใหม่ [4] วงการศึกษานำคำว่านวัตกรรมมาใช้ในความหมายของ “การทำให้ใหม่” หรือ “สิ่งที่ทำให้ใหม่” ซึ่งได้แก่ แนวคิด แนวทาง ระบบ รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ สื่อและเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาซึ่งได้รับการคิดค้นและจัดทำขึ้นใหม่เพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางการศึกษา [5]

นวัตกรรม คือ ความคิดการกระทำหรือสิ่งใหม่ซึ่งถูกรับรู้ว่าเป็นสิ่งใหม่ๆ ด้วยตัวบุคคลแต่ละคนหรือหน่วยอื่นๆ ของ การยอมรับในสังคม [6] เป็นความสำเร็จของการผสมเชื่อมโยงในเรื่องของวัสดุอุปกรณ์และความคิด ให้เป็นประโยชน์ในเชิงสังคมและเศรษฐกิจ [7] ความสำเร็จจากการใช้ประโยชน์ของความคิดใหม่ [8] สิ่งที่ต้องยอดของสิ่งประดิษฐ์ ให้เข้าถึงและเป็นที่ยอมรับของตลาดในลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือเป็นกระบวนการใหม่ที่มีการพัฒนาขึ้นมาใช้ครั้งแรก และทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ [9] การใช้ความคิด หรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นใหม่ในองค์กร นวัตกรรมสามารถเป็นได้ทั้งผลิตภัณฑ์ใหม่ บริการใหม่ หรือเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งอาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทันทีหรือค่อยเป็นค่อยไป [10] และการนำความคิดไปใช้ในเชิงปฏิบัติ เพื่อให้ได้สิ่งใหม่หรือกระบวนการใหม่ [11]

3. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมการเรียนรู้

นวัตกรรมการเรียนรู้ (Learning Innovation) หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นใหม่หรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อาจจะเป็นความคิด วิธีการ หรืออุปกรณ์ ที่นำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดความคิดใหม่ วิธีการสอนใหม่ หรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และการพัฒนาทางเทคนิค (Technological Innovation) เกี่ยวกับวิชาช่างทางอุตสาหกรรม ดังนั้น นวัตกรรมการ

เรียนรู้ จึงเป็น แนวคิด การปฏิบัติ เป็นสิ่งที่ป็นรูปธรรม สามารถมองเห็นหรือจับต้องได้ ในฐานะที่เป็น สิ่งประดิษฐ์ หรือแนวคิดใหม่ๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดการยอมรับหรือปฏิเสธในนวัตกรรมนั้น ๆ

โลกยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง และอาจจะส่งผลต่อการดำรงชีวิต ดังนั้นคนในยุค ศตวรรษที่ 21 จึงต้องมีทักษะสูงในการเรียนรู้และปรับตัว การสร้างทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยเริ่มจาก การนำบริบทสภาพแวดล้อมเป็นตัวขับเคลื่อนในการสร้างแรงกดดันให้นักเรียนตั้งคำถามอยากรู้ ให้มากตาม ประสบการณ์ พื้นฐานความรู้ที่สั่งสมมา และตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบตามพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของตนเอง นำไปสู่การแลกเปลี่ยนประเด็นความคิดเห็นกับกลุ่มเพื่อน เพื่อสรุปหาสมมติฐานคำตอบที่มีความน่าจะเป็นไปได้มากที่สุด โดยมีการพิสูจน์เพื่อยืนยันสมมติฐานคำตอบจากการไปสืบค้น รวบรวม ความรู้จากแหล่ง อ้างอิงที่เชื่อถือได้มาสนับสนุน หรือโต้แย้งได้เป็นคำตอบที่เรียกว่าองค์ความรู้ การเรียนไม่ใช่เป็นการจดจำแบบ แต่การเรียนรู้แก่นวิชาหรือทฤษฎีความรู้จะสามารถบูรณาการเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ เกิดแรงบันดาลใจอยากพัฒนางาน สร้างผลงานที่เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพชีวิต ที่เรียกว่าความคิดเชิงสร้างสรรค์ นำทฤษฎีความรู้มาสร้าง กระบวนการและวิธีการผลิต สร้างผลงานใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อบุคคล และสังคมที่เรียกว่าการพัฒนานวัตกรรม

ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม [12] จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่

1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

ทักษะทางด้านนี้เป็นเรื่องของการนำจินตนาการมาสร้างขั้นตอนกระบวนการ โดยอ้างอิงจาก ทฤษฎีความรู้เพื่อนำไปสู่การค้นพบใหม่เกิดเป็นนวัตกรรมที่ใช้ตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิตที่เหมาะสมและนำไปสู่การเป็นผู้ผลิตและผู้ประกอบการต่อไป ทักษะด้านนี้ได้แก่

1.1 การคิดอย่างสร้างสรรค์ใช้เทคนิคสร้างมุมมองอย่างหลากหลาย มีการสร้างมุมมองที่แปลก ใหม่อาจเป็นการปรับปรุงพัฒนาเพียงเล็กน้อย หรือเปลี่ยนแนวอย่างสิ้นเชิง เปิดกว้างการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน สร้างความเข้าใจ ปรับปรุง วิเคราะห์ และประเมิน เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดอย่างสร้างสรรค์

1.2 การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ในการพัฒนา การลงมือปฏิบัติ และสื่อสารมุมมอง ใหม่กับผู้อื่นอยู่เสมอ มีการยอมรับและตอบสนองมุมมองใหม่ ๆ รับฟังข้อคิดเห็น และร่วมประเมินผลงานของ ทีมงาน เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุง มีการทำงานด้วยแนวคิดหรือวิธีการใหม่ ๆ และเข้าใจข้อจำกัดของโลกในการ ยอมรับมุมมองใหม่และให้มองความล้มเหลวเป็นโอกาสการเรียนรู้

1.3 การสร้างนวัตกรรม การประยุกต์สู่นวัตกรรม ที่มีการลงมือปฏิบัติตามความคิดสร้างสรรค์ให้ ได้ผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรม

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา [13] เป็นการสร้างทักษะการคิดในแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ แบบเป็นเหตุเป็นผล ทั้งแบบอุปนัย (Inductive) และแบบ อนุมาน (Deductive)

2.2 การใช้การคิดอย่างเป็นระบบ (Systems Thinking) โดยวิเคราะห์ปัจจัยย่อยว่ามีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไรจนเกิดผลในภาพรวม

2.3 การใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ ที่สามารถวิเคราะห์และประเมินข้อมูลหลักฐาน การโต้แย้ง การกล่าวอ้างอิง และความน่าเชื่อถือ วิเคราะห์เปรียบเทียบและประเมิน ความเห็นประเด็นหลัก ๆ สังเคราะห์และเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง แปลความหมายของ สารสนเทศและสรุปบนฐานของการวิเคราะห์ ดีความ ทบทวนอย่างจริงจังทั้งในด้านความรู้และกระบวนการ

2.4 การแก้ปัญหา ในรูปแบบการฝึกแก้ปัญหาที่หลากหลายในแนวทางที่ยอมรับกันทั่วไป และแนวทางที่แตกต่าง รูปแบบการตั้งคำถามมีความสำคัญที่ช่วยทำให้เกิดความกระจำในมุมมองต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ทางออกที่ดีกว่า

3. การสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัลและเทคโนโลยีการสื่อสาร (Digital and Communication Technology) ทำให้โลกศตวรรษที่ 21 ต้องการทักษะของการสื่อสารและความร่วมมือที่กว้างขวางและลึกซึ้ง ดังนี้

3.1 ทักษะในการสื่อสารอย่างชัดเจน ตั้งแต่การเรียบเรียงความคิดและมุมมอง สามารถสื่อสารเข้าใจง่ายในหลายแบบ ทั้งการพูด เขียน และกิริยาท่าทาง การฟังอย่างมีประสิทธิภาพ นำไปถ่ายทอดสื่อสารความหมายและความรู้ แสดงคุณค่า ทักษะคิดและความตั้งใจ การสื่อสารเพื่อการบรรลุเป้าหมายการทำงาน การสื่อสารด้วยหลากหลายภาษากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลายอย่างได้ผล

3.2 ทักษะความร่วมมือกับผู้อื่น ตั้งแต่การทำงานให้ได้ผลราบรื่นที่เคารพและให้เกียรติผู้ร่วมงาน มีความยืดหยุ่นและช่วยเหลือประนีประนอมเพื่อการบรรลุเป้าหมายร่วมกัน มีความรับผิดชอบร่วมกับผู้ร่วมงาน และเห็นคุณค่าของบทบาทของผู้ร่วมงาน

4. สะเต็มศึกษา

STEM ย่อมาจาก Science, Technology, Engineering and Mathematics เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่มีลักษณะของการบูรณาการเรียนการสอนทั้งสี่สาขาเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้ด้วยครูหลายสาขาร่วมมือกัน

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยวิธีการที่สำรวจการเรียนการสอนและการเรียนรู้ต่าง ๆ ระหว่างสองสาขาของสะเต็มศึกษาและ/หรือระหว่างวิชาสะเต็มศึกษากับวิชาอื่น ๆ ของสถานศึกษาอย่างน้อยหนึ่งสาขา [14] เป็นข้อมูลมาตรฐานของผู้สอนทั้งหมดที่อยู่ในระดับสถานศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องสอนด้วยวิธีการแบบบูรณาการเพื่อการเรียนการสอนเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง [15] มุ่งเน้นการกำหนด STEM Literacy มากขึ้นเป็นกระบวนการพลวัตที่มีการ

เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป้าหมายการเรียนรู้การสอนโดยของสะสมศึกษาเป็นการเรียนรู้ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สร้างการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง [16] ผู้สอนควรตระหนักถึงแนวคิดสะสมศึกษา [17] พร้อมกับสร้างแรงจูงใจในการริเริ่มการเรียนการสอนด้วยสะสมศึกษา จำเป็นต้องศึกษาวิจัยการศึกษาเรื่องสะสมศึกษาเพิ่มเติมเพื่อกำหนดวิธีการที่แตกต่างกันที่มีผลกระทบต่อห้องเรียนอย่างไร ไม่ใช่เพียงแค่มุ่งเน้นแนวโน้มการเรียนรู้เพื่อทำงาน ในการริเริ่มสะสมศึกษาเพื่อศึกษาการวิจัยสะสมศึกษา [18] สะสมศึกษาครอบคลุมรายละเอียดดังนี้

- วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

- เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการทำงานที่มีการประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาสิ่งต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือความจำเป็นของมนุษย์

- วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่างๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกของมนุษย์ โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นๆ

- คณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณ หรือ วิชาที่เกี่ยวกับการคำนวณ เป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและต่อยอดทางวิศวกรรมศาสตร์

5. การส่งเสริมสะสมศึกษา

การส่งเสริมสะสมศึกษาในสถานศึกษาควรให้ความสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ อย่างต่อเนื่อง แนวทางที่ก้าวหน้าและมีความพยายามที่แตกต่างกัน สิ่งที่มีส่วนได้ส่วนเสียได้รับการพัฒนาสะสมศึกษาให้มีความอย่างยั่งยืนในสถานศึกษา มีดังนี้

1. การส่งเสริมสะสมศึกษาให้มีความสอดคล้องกับนานาประเทศ โดยเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและความท้าทายในสังคมโลก ด้วยความรวดเร็วทางเศรษฐกิจ จำเป็นต้องพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ในบริบทของหลักสูตร การศึกษาสะสมศึกษาเป็นการส่งเสริมผ่านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการศึกษาคณิตศาสตร์และเสริมสร้างหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ และเพิ่มการฝึกอบรมครูจึงช่วยให้ผู้เรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาปลดปล่อยศักยภาพนวัตกรรมของตนอย่างเต็มที่

3. เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติของฮ่องกงช่วงของพรสวรรค์ที่มีความสามารถแตกต่างกันและในระดับต่างๆจะต้องเพื่อตอบสนองความต้องการของเศรษฐกิจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการพัฒนาในโลกปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อโอกาสที่เกิดขึ้นสำหรับฮ่องกงเพื่อสนับสนุนโครงการสำคัญ ๆ สำหรับการพัฒนาแห่งชาติเช่น ความคิดริเริ่ม พร้อมบรรทัดนี้รัฐบาลมีการส่งเสริมนวัตกรรมอย่างแข็งขันและ

เทคโนโลยีและการรับรู้ถึงความสำคัญของนวัตกรรมในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจะเพิ่มขึ้น บริบทการเปลี่ยนแปลงเรียกร้องให้มีการส่งเสริมสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา

4. เสริมสร้างความสามารถของนักเรียนในการรวมและใช้ความรู้และทักษะของพวกเขาในสาขาวิชาที่แตกต่างกันผ่านแก้ปัญหาชีวิตประจำวันด้วยการแก้ปัญหาในเชิงปฏิบัติและนวัตกรรมการออกแบบ

ในฐานะนักการศึกษาหนึ่งในงานที่สำคัญที่สุดคือการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) เพราะปัจจุบันประเทศทั่วโลกต้องเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อนและท้าทายมากขึ้นซึ่งจำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

6. แนวทางการส่งเสริมสะเต็มศึกษา

การศึกษาแนวโน้มนำในการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงและความท้าทายในสังคมโลกปัจจุบัน และการพัฒนาหลักสูตรของสถานศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนรู้ตลอดชีวิต แนวทางการส่งเสริมสะเต็มศึกษาสำหรับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา ได้แก่

1. แนวทางผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิธีการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่หลากหลาย การเรียนการสอนและควรใช้กลยุทธ์การประเมินผลที่เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน

2. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่จำเป็น นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และควรเปิดโอกาสในการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่จำเป็นรวมถึงการเรียนรู้ในห้องเรียนด้วย

3. สร้างความสมดุลระหว่างเป้าหมาย มุมมองและความสนใจที่แตกต่างกัน ในการส่งเสริมการศึกษา สะเต็มศึกษาเป็นการถ่วงดุลในการพิจารณาถึงความสนใจและความต้องการของนักเรียน ความคิดเห็นของครู และสร้างการมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักของชุมชน

4. สร้างจุดเด่น การส่งเสริมสะเต็มศึกษาเป็นการสร้างประสบการณ์ของสถานศึกษาในการจัดการศึกษาที่หลากหลาย และสร้างปัจจัยที่เอื้ออำนวยอื่น ๆ เช่นการใช้เวลาในการเรียนรู้อย่างยืดหยุ่น และทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต

5. กระบวนการพัฒนาต่อเนื่อง การส่งเสริมสะเต็มศึกษาในระดับสถานศึกษาอย่างต่อเนื่องและมีกลไกกระบวนการปรับปรุง โดยอาจเริ่มต้นด้วยโครงการพัฒนาหลักสูตรขนาดเล็กก่อน ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและการพัฒนาต่อไป

7. ผลที่คาดว่าจะได้รับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา

1. ส่งเสริมความสามารถของนักเรียนในการบูรณาการและประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะข้ามสาขาเพื่อแก้ไขปัญหาที่แท้จริง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานร่วมกันและการแก้ปัญหา ช่วยเพิ่มศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรม
2. ความเชี่ยวชาญของครูในการจัดและการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ปรับปรุงแบ่งปันความรู้กับทักษะทางศิลปะที่เกี่ยวข้อง และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้กับนักวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่เชี่ยวชาญสาขาสะเต็มศึกษา ส่งเสริมความสามารถของครูในการทำงานร่วมกันทั้งภายในสถานศึกษาและระหว่างสถานศึกษาให้เกิดความเข้มแข็ง
3. ผู้บริหารสถานศึกษามีบทบาทในการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษาในการวางแผนการดำเนินงานด้านการศึกษาร่วมกับครูให้มีประสิทธิภาพตามบริบทของสถานศึกษาเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน
4. ผู้มีส่วนได้เสีย บทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการมีส่วนร่วมส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักเรียนกับชุมชน สถานประกอบการ และหน่วยงานอื่นๆ
5. ส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกันทั้งด้านความรู้และทักษะ เพื่อตอบสนองความต้องการของเศรษฐกิจ การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน และช่วยรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันระหว่างประเทศ

8. นวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ กำลังได้รับการยอมรับว่าเป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อน โอกาสและแสดงถึงความจำเป็นทั้งความรู้และทักษะในอนาคต ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมให้นักเรียน สถานศึกษามัธยมศึกษา การงานอาชีพ บูรณาการที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือสะเต็มศึกษา เป้าหมายของนวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษามุ่งมั่นที่จะยกระดับคุณภาพชีวิตของเยาวชนโดยการให้โอกาสในการหางานในอนาคต และความเป็นไปได้ในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ทั้งด้านผลิตภัณฑ์และการบริการ

ความสำเร็จของการส่งเสริมสะเต็มศึกษามีผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจของประเทศทั้งการจัดหาทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพซึ่งจะนำไปสู่การดำเนินการที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างภาคอุตสาหกรรมและในขณะเดียวกันก็จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในภูมิภาคด้วย

การเตรียมพร้อมสำหรับการมีส่วนร่วมในสังคมเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมและการเตรียมความพร้อมสำหรับวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา ขณะที่โลกกำลังเผชิญกับความท้าทายอันยิ่งใหญ่โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ความคล่องตัวและความปลอดภัย นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต้องเป็นมืออาชีพที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและพัฒนาความชำนาญของตน

สามารถใช้เทคโนโลยีล้ำสมัยเพื่อช่วยแก้ปัญหาทางสังคม แต่ยังสร้างโอกาสใหม่ ๆ ความสามารถในการคิดสหวิทยาการและการทำงานเป็นทีม [19] ทักษะเหล่านี้ยังเกี่ยวข้องกับทักษะที่เรียกว่าศตวรรษที่ 21 [20] การปฏิรูปการศึกษาเป็นการจัดเตรียมมวลชนด้านแรงงานที่สำคัญและสร้างความเป็นพลเมืองให้เป็นผู้มีทักษะในสังคมที่เป็นสังคมนวัตกรรม [21]

การสร้างสรรคนวัตกรรมต้องเน้นการพัฒนาทักษะทางด้านเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เป็นองค์ประกอบหลักของโครงสร้างพื้นฐานด้านการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ด้วยการสร้างเทคโนโลยีที่ก้าวล้ำซึ่งกลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตและสภาพแวดล้อม วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ช่วยเอาชนะความท้าทายที่ต้องเผชิญอยู่ทั่วโลก ความจำเป็นในการใช้นวัตกรรมสะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนจะได้รับการฝึกอบรมเพื่อเติมเต็มทักษะที่จำเป็นในการทำงาน สถานศึกษาจำเป็นต้องต้องมองหาวัตกรรมการเรียนรู้ ซึ่งการส่งเสริมสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางที่เป็นไปได้สำหรับการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. จัดทีมวิจัยและพัฒนาครูเพื่อเจาะลึกให้เข้าถึงการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยการให้ครูเหล่านี้ศึกษาคำว่าหาข้อมูลให้กว้างขวาง เชื่อมชมธุรกิจท้องถิ่นและอุตสาหกรรมที่ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เพื่อสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อหาสิ่งที่นักเรียนต้องการให้ประสบความสำเร็จ กิจกรรมเหล่านี้อาจมอบหมายให้นักเรียนทำงานเป็นทีมในการสำรวจโดยบูรณาการสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาและชุมชน

2. จัดประชุมเพื่อให้ครูได้เข้าร่วมการสนทนาประเด็นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา เพื่อสำรวจและพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในห้องเรียนเป็นการสร้างช่องทางการเรียนรู้ การทดลองและเสนอแนะสำหรับครู เพื่อที่จะเข้าใจสะเต็มศึกษาและการออกแบบหน่วยการจัดการเรียนรู้

3. เชิญผู้ปกครองเข้าร่วมการสนทนาด้วยการจัดกลุ่มสนทนา เส้นทางสู่อาชีพ ค้นหากลุ่มผู้ปกครองที่ทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา รวบรวมความรู้และความชำนาญหลักที่สำคัญสำหรับความสำเร็จในอาชีพจากสะเต็มศึกษา

4. ดำเนินการทบทวนหลักสูตรของแผนกวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์และกำหนดมาตรฐานด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาโอกาสในการบูรณาการสะเต็มศึกษาเข้ากับหลักสูตรที่มีอยู่แล้ว ให้สอดคล้องกับมาตรฐานของหลักสูตรที่มีอยู่กับความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้สะเต็มศึกษา

5. ให้ครูไปเยี่ยมชมสถานศึกษาอื่น ๆ เพื่อสร้างการเรียนรู้กับครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สถานศึกษาอื่นในการสรรหาวิธีการที่ดีที่สุดในการเริ่มต้นสู่การบูรณาการสะเต็มศึกษา

6. นำผู้เชี่ยวชาญสะเต็มศึกษาจากภายนอกมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนโปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้เกิดประโยชน์แก่สถานศึกษา สถานศึกษาสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการที่จะพัฒนาการเรียนการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

7. เชิญนักวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยออกแบบหลักสูตรสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา และพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ

8. ให้นักวิทยาศาสตร์ในพื้นที่พานักเรียนไปศึกษาดูงานจริงที่ห้องปฏิบัติการ

9. เริ่มต้นการสำรวจหาโอกาสร่วมในการทดลองกับสะเต็มศึกษา เช่นการตั้งชมรม Tech Challenge, First Lego League Robotics, การเขียนโปรแกรม Python, Mine craft, การแก้ปัญหาในอนาคต,จินตนาการปลายทาง หรือ Odyssey of the Mind เพื่อกระตุ้นให้เด็กตื่นตัวกับนวัตกรรม, ความคิดสร้างสรรค์ผ่านสะเต็มศึกษา

10. สถานศึกษาสามารถพึ่งพาสะเต็มศึกษา และจัดแสดงผลงานสะเต็มศึกษาเพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในโครงการสถานศึกษาจะช่วยส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครอบครัว โดยสถานศึกษาเป็นห้องทดลองเพื่อสร้างการเรียนรู้

9. สรุป

สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อประเทศไทยโดยช่วยสร้างกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสำเร็จในการนำนวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา จะช่วยเพิ่มความสนใจ เพิ่มความสามารถ และแสดงถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ [22] ปรับปรุงการรู้ด้านเทคโนโลยี [23] ซึ่งส่งเสริมความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ [25] พัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน [23] เตรียมนักเรียนสำหรับหลักสูตรวิศวกรรมในระดับอุดมศึกษา ขระดับการศึกษาด้านเทคโนโลยี ส่งเสริมการเป็นนักวิชาการด้านเทคโนโลยี [25] และปรับปรุงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้เพิ่มการไหลเวียนของแรงงาน และพัฒนาการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา [26] ส่งเสริมการศึกษาด้านเทคโนโลยี [27] ผู้นำด้านการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เชื่อว่าการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านนวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนของนักเรียนจะเป็นแนวทางที่ดีที่สุด

ในยุคเทคโนโลยีปัจจุบันมีความต้องการงานในด้านเทคนิคมากขึ้น การแนะนำให้สถานศึกษาใช้หลักสูตรสะเต็มศึกษาเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในอนาคต ซึ่งหมายความว่าเด็กที่สนใจด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์จะช่วยนำทางสู่ความสำเร็จ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหา ความสามารถในการประเมินข้อมูลที่ซับซ้อนและแก้ปัญหาที่ยุงยากจะช่วยสร้างโอกาสในการทำงาน และทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมในอนาคตได้

คนไทยจะต้องเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ เพื่อการก้าวให้ทันผลิตภัณฑ์ พัฒนาต่อยอดการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นใช้เอง การเรียนรู้วัฒนธรรมที่ประเทศที่พัฒนาแล้วคิดค้นให้ใช้ หรือจะเป็นผู้คิดพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับบริบทของสังคมของเราเอง สำคัญในการสร้างความร่วมมือเพื่อพัฒนานวัตกรรม และสิ่งใหม่ในด้านการผลิตและด้านเศรษฐกิจ สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง ตามทันการเปลี่ยนแปลง รู้จักตัวเองและพัฒนาเพื่อเป็นตัวของตัวเอง

นวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ต้องไม่ใช่ในห้องเรียนอย่างเดียว แต่ต้องออกแบบการเรียนรู้ในสภาพที่ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด และควรเป็นบริบทหรือสภาพแวดล้อมในขณะที่เรียนรู้ เกิดการสังสมประสบการณ์ใหม่ นำมาโต้แย้งความเชื่อหรือค่านิยมเดิม สร้างกระบวนทัศน์ใหม่ ทำให้เป็นคนที่มี

ความคิดเชิงกระบวนการที่ชัดเจน และเกิดการเรียนรู้เชิงกระบวนการที่ใหม่ได้ ทั้งนี้จำเป็นต้องมีความสามารถในการรับรู้ข้อมูล หลักฐานใหม่ และนำมาสังเคราะห์เป็นความรู้เชิงกระบวนการที่ใหม่ สำหรับบุคคลที่จะเรียนรู้ได้ ต้องเกิดประเด็นคำถามอยากรู้ก่อนจึงจะอยากเรียน ดังนั้นการออกแบบการสถานการณ์การเรียนรู้จึงควรใช้บริบทสภาพแวดล้อมที่นักเรียนคุ้นเคยและรู้จัก ซึ่งก็คือสภาพของครอบครัว ชุมชน และท้องถิ่นของนักเรียนนั่นเอง สิ่งที่ได้จากคำถามอยากรู้ของนักเรียนจะทำให้ครูเห็นความแตกต่างของพื้นฐานความรู้และพื้นฐานประสบการณ์เดิมของนักเรียนได้เป็นรายบุคคล

การจัดการเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องปลูกฝังวัฒนธรรมการสร้างในตัวเองให้รู้จักคิดวิเคราะห์ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความมั่นใจในตนเอง แสวงหาความรู้ รู้เท่าทันสารสนเทศในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง คิดสร้างสรรค์ เรียนรู้เป็นผู้ประกอบการ และผู้ผลิต มุ่งความเป็นเลิศ อดทน ทำงานหนัก ทำงานเป็นทีมได้ รับผิดชอบต่อส่วนรวม คำนึงถึงสังคม มีคุณธรรม ยึดมั่นในสันติธรรม และมีความเป็นไทย

เอกสารอ้างอิง

- [1] M.S. Corlu, R.M. Capraro, and M.M. Capraro, "Introducing STEM Education: Implications for Educating Our Teachers For the Age of Innovation," Education and Science, Vol. 39, No. 171, 2014, pp. 74-85.
- [2] D. Barlex, "Creativity in School Design & Technology in England: a discussion of influences," International Journal of Technology and Design Education, Vol. 17, No. 2, 2007, pp. 149-162.
- [3] C. Natarajan and S. Chunawala, Technology and Vocational Education in India, in Alister Jones and Marc de Vries (Eds.), International Handbook of Research and Development in Technology Education, The Netherlands: Sense Pub, 2009.
- [4] ปรีดา ยังสุขสถาพร. วิถีสู่แก่นแท้องค์กรแห่งนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2551.
- [5] ทิสนา แหมมณี. ปลูกโลกการสอนให้มีชีวิตสู่ห้องเรียนแห่งศตวรรษใหม่. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ "อภิวัดการเรียนรู้ ...สู่จุดเปลี่ยนประเทศไทย". กรุงเทพฯ: สหมิตรพรีนติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2557.
- [6] M.R. Everette, DIFFUSION OF INNOVATIONS, 3rd edition, New York: Macmillan Publishing, 1983.
- [7] R. Smits, "Innovation studies in the 21st century: Questions from a user's Perspective," Technological Forecasting & Social Change, Vol. 69, No. 9, 2002, pp. 861-883.
- [8] DTI. Succeeding Through Innovation, Creating Cheltenham: Edward Elgar, 2004.
- [9] J.M. Utterback, "The dynamics of Innovation," EDUCAUSE Review, Vol. 39, No. 1, 2004, pp. 42-51.
- [10] S. Herkerma, "A Complex Adaptive Perspective on Learning with Innovation Projects," The Learning Organization, Vol. 10, No. 6, 2003, pp. 340-346.

- [11] M.A. Schilling, Strategic Management of Technological Innovation, 2nd edition, NY: McGraw-Hill Education, 2008.
- [12] B. Trilling and C. Fadel, 21st Century Skills: Learning for Life in Our Times, San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2009.
- [13] P. A. Facione, Measured Reasons and Critical Thinking. Millbrae, CA: The California Academic Press, 2011.
- [14] M. Sanders, "STEM, STEM Education, STEM mania," The Technology Teacher, Vol. 68, No. 4, 2009, pp. 20-26.
- [15] C. Merrill, "The Future of TE Masters Degrees: STEM," Presentation at the 70th Annual International Technology Education Association Conference, Louisville, Kentucky, 2009.
- [16] A. Zollman, "Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning," School Science and Mathematics, Vol. 112, No.1, 2012, pp. 12-19.
- [17] J.M. Breiner, C.C. Johnson, S.S. Harkness and C.M. Koehler, "What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships," School Science and Mathematics, Vol. 112, No.1, 2012, pp. 3-11.
- [18] P.J. Williams, "STEM education: Proceed with caution," Design and Technology Education: An International Journal, Vol.16, No.1, 2011, pp. 27-35.
- [19] A. Meijers and P. Den Brok, Engineers for the Future, An essay on education at TU/e in 2030, Eindhoven: University of Technology, 2013, Available: http://www.tue.nl/uploads/media/TUE_Vision_of_Education_2013.pdf.
- [20] A. Thijs, P. Fisser, and M. van der Hoeven, 21e eeuwse vaardigheden in het curriculum an het funderend onderwijs, Enschede: SLO, 2014.
- [21] Z. Mavarech and B. Kramarski, Critical maths for innovative societies: The role of metacognitive pedagogies, Paris: OECD Publishing, 2014.
- [22] D.K. Gattie and R.C. Wicklein, "Curricular value and instructional needs for infusing engineering design intoK-12 technology education," Journal of Technology Education, Vol. 19, No.1, 2007, pp. 6-18.
- [23] G.E. Rogers, "Pre-engineering's place in technology education and its effect on technological literacy as perceived by technology education teachers," Journal of Industrial Technology Teacher, Vol. 42, No.1, 2005, pp. 6-22.

- [24] J. Douglas, E. Iversen and C. Kalyandurg, Engineering in the K-12 classroom: An analysis of current practices and guidelines for the future, A production of the ASEE Engineering K12 Center, 2004, Available: http://teachers.egfi-k12.org/wp-content/uploads/2010/01/Engineering_in_the_K-12_Classroom.pdf.
- [25] R.C. Wicklein, "Five good reason for engineering design as the focus for technology education," The Technology Teacher, Vol. 65, No.7, 2006, pp. 25-29.
- [26] D. Barlex, STEM: Can we still be cheerful? D&T News (38). Warwickshire, UK: The Design and Technology Association, 2008.
- [27] T. Kelly, "Using engineering cases in technology education," The Technology Teacher, Vol. 68, No.7, 2009, pp. 5-10.