



# ¿Cómo son los maestros que motivan la vocación por las carreras STEM?

Herica Montoya  
Maestría en Gerencia de Innovación  
y Conocimiento  
Universidad EAFIT  
Medellín, Colombia  
hmontoy6@eafit.edu.co

**Resumen**— En este mundo globalizado carente de soluciones a problemáticas ambientales, alimenticias, de movilidad y salud, contar con profesionales preparados para asumir estos desafíos cobra relevancia, en particular tener profesionales de las carreras STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) se hacen imprescindibles para garantizar la capacidad de generar desarrollo sostenible y de alto impacto. Aun así, a lo largo de los años se ha visto una tendencia sostenida de bajos ingresos de estudiantes a dichas carreras y altas demandas laborales de profesionales en estas áreas, lo que suscita preocupación a nivel mundial. Es por esto por lo que se han realizado esfuerzos considerables desde varios frentes para cambiar este panorama preocupante. La investigación tiene como objetivo identificar los conocimientos, habilidades, características, creencias de los maestros que motivan la vocación de sus estudiantes por las carreras STEM. La investigación es de tipo cualitativa, con alcance exploratorio-descriptivo, a partir del análisis de la literatura enfocada en los maestros. De igual forma, se abarca la identificación de habilidades, conocimientos y prácticas de maestros colombianos, que conlleva a la consolidación de elementos que permiten definir un arquetipo general de maestro que motiva a los estudiantes a seguir carreras STEM.

**Abstract**— *In this globalized world lacking solutions to environmental, food, mobility and health problems, having professionals prepared to take on these challenges becomes relevant, in particular having professionals from STEM (science, technology, engineering and mathematics) careers are essential for guarantee the capacity to generate sustainable and high-impact development. Even so, over the years there has been a sustained trend of low student admissions to these careers and high job demands for professionals in these areas, which raises global concern. This is why considerable efforts have been made on several fronts to change this troubling landscape. The research aims to identify the knowledge, skills, characteristics, beliefs of teachers that motivate the vocation of their students for STEM careers. The research is of a qualitative type, with an exploratory-descriptive scope, based on the analysis of the literature focused on teachers. Similarly, the identification of skills, knowledge and practices of Colombian teachers is covered, which leads to the consolidation of elements that allow defining a general archetype of teacher that motivates students to pursue STEM careers.*

**Palabras clave**— *Arquetipo, STEM, TPACK, vocaciones.*

## I. INTRODUCCIÓN

El progreso en la incorporación de profesionales en áreas STEM a nivel mundial ha sido lento, especialmente en términos de representación femenina [3]. Esta situación plantea una preocupación generalizada debido a la escasez de expertos que contribuyan al avance del conocimiento en dichas áreas en el futuro. Como resultado, se produce una respuesta insuficiente a la demanda laboral, lo que conlleva retrasos en la satisfacción de las necesidades de los diversos sectores de una industria cada vez más competitiva, tanto a nivel global como local [4].

Cuando se les pregunta a los estudiantes de carreras STEM acerca de los factores que han influido en su interés por estos campos de estudio, se ha observado un patrón interesante. Varios estudiantes coinciden en que uno de los principales impulsores de su decisión ha sido la influencia de ciertos profesores o maestros que los han orientado hacia la elección final de sus carreras. Esta investigación busca identificar las habilidades, conocimientos, destrezas, motivaciones y creencias de estos maestros que los convierten en figuras tan especiales y referentes clave en los momentos de toma de decisiones de los jóvenes. Con esta información, se pretende abordar este problema en futuros trabajos desde la perspectiva de la gestión del conocimiento y la innovación, con el objetivo de ofrecer soluciones acertadas, reproducibles y que generen un impacto significativo en la motivación de los estudiantes para estudiar carreras STEM.

En aras de definir el alcance de esta investigación, se propone profundizar en el trabajo de los maestros de educación media y universitaria, como respuesta a sugerencias provenientes de la literatura. Autores como Subotnik, Tai, Rickoff y Amarode citados en [5] indican que las vocaciones se forman a partir de representaciones que se consolidan desde la edad escolar, y es en el ámbito escolar donde los maestros desempeñan un papel crucial en la orientación vocacional.





Esta afirmación se respalda en investigaciones que demuestran que los estudiantes de secundaria cuyos profesores vinculan el contenido de sus materias con las disciplinas STEM e introducen experiencias de investigación tienen más probabilidades de especializarse en estas áreas durante sus estudios universitarios [5]. Queda claro que los maestros influyen en las decisiones de los estudiantes al optar por estudios en carreras STEM. Por lo tanto, esta investigación se centra en la figura del maestro como sujeto de estudio, dada su importancia en la formación de los estudiantes.

En el mismo sentido, no solo es importante fomentar las vocaciones en el ámbito escolar para que los estudiantes elijan carreras STEM, sino también para garantizar que se mantengan en dichos campos. Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en 2018 la tasa de deserción anual en programas universitarios alcanzó aproximadamente el 8,79% [6]. Estos datos muestran la necesidad de colaborar tanto con los maestros de educación media como con los de universidad, con el objetivo de lograr una articulación de esfuerzos y un enfoque integrado en la escuela.

No obstante, todavía son escasas las investigaciones y los trabajos que se enfocan de manera decidida en apoyar y acompañar a los maestros en su labor de fomentar las vocaciones STEM. Por lo tanto, este artículo se propone desarrollar el perfil o arquetipo que los maestros deberían adoptar para fomentar las vocaciones en carreras STEM. Estas reflexiones servirán de base para futuros trabajos que desarrollen estrategias de gestión del conocimiento e innovación orientadas a estos maestros.

## II. DESARROLLO

En el marco de esta investigación, resulta fundamental teorizar sobre el concepto de conocimiento y habilidades que los maestros deben desarrollar, con el propósito de gestionarlos de manera adecuada y potenciar estas capacidades en su labor educativa. Por lo tanto, el punto de partida de esta investigación consistirá en definir el concepto de conocimiento y su importancia en el contexto educativo.

En este sentido, se reconoce el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) como una guía para explorar los conocimientos que los maestros deben poseer y analizar las habilidades necesarias para generar un impacto en sus estudiantes. Se examinará cómo este modelo puede ser aplicado para promover y fortalecer las vocaciones en carreras STEM.

En relación al concepto de STEM, se destacará el papel crucial de los maestros en estas áreas, debido a los conocimientos y habilidades específicas que deben poseer para abordar de manera fluida y efectiva el desafío de motivar a los estudiantes hacia estas disciplinas. Esta investigación reconocerá el modelo TPACK como un enfoque que busca identificar los tipos de conocimiento que los docentes necesitan para fomentar las carreras STEM y promover la vocación en los estudiantes

### A. Definición del modelo TPACK

El marco TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge, por sus siglas en inglés) fue desarrollado por

Mishra y Koehler en 2013 [7]. Se basa en el concepto de conocimiento del contenido pedagógico (PCK) propuesto por Lee Shulman en 1987. Este modelo describe una interacción compleja entre tres tipos de conocimiento: contenido, pedagogía y tecnología. Estas interacciones y conocimientos se desarrollan en función del contexto en el que se aplican. La Figura 1 muestra esta interacción de componentes, basada en los aportes mencionados, y a continuación se describe cada uno de ellos.

Conocimiento del contenido (CK), este tipo de conocimiento tiene en cuenta los conocimientos previos que poseen los maestros. Para [17] las estructuras del contenido incluyen tanto la estructura sustantiva como la sintáctica. La estructura sustantiva se refiere a las diferentes formas de los conceptos, mientras que la estructura sintáctica se refiere a los principios básicos que permiten la organización e incorporación de los hechos [7]. En resumen, el conocimiento del contenido se refiere a los temas que se enseñarán o aprenderán. El conocimiento del contenido es fundamental para los maestros, ya que les permite comprender las estructuras y los conceptos en profundidad, lo que les permite facilitar el aprendizaje de los estudiantes de manera efectiva.

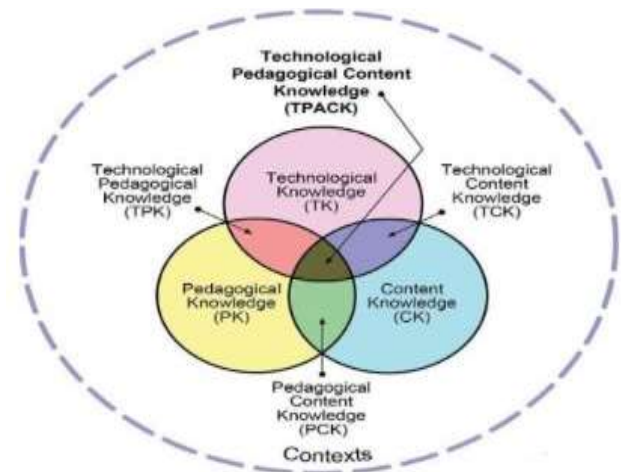


Fig. 1. Modelo tomado de Mishra y Koehler (2013) en "What Is Technological Pedagogical Content Knowledge?"

a) *Conocimiento pedagógico (TK)*. Este conocimiento profundiza sobre procesos, prácticas o métodos de enseñanza y aprendizaje. Adicionalmente aborda propósitos, valores y objetivos educativos de rutina [7].

b) *Conocimiento tecnológico (PK)*. Este conocimiento está enfocado en el uso y habilidades requeridos para el uso de tecnología estándar y avanzada como libros, tizas, pizarrones, Internet y vídeo digital [7].

c) *Conocimiento del contenido pedagógico (PCK)*: basado en la idea propuesta por [16] sobre el conocimiento pedagógico, que se enfoca en la enseñanza adaptada al contenido. Esto quiere decir que se debe pensar en cómo organizar, representar temas, problemas o cuestiones particulares y adaptarlos a la asignatura con el fin de brindar una mejor enseñanza [16]. Este conocimiento permite lograr que el aprendizaje sea más natural para los estudiantes, se enfoca en



comprender y generar estrategias para que la apropiación del contenido se dé más fácil [7].

d) *Conocimiento pedagógico tecnológico (TPK)*. Este conocimiento refiere al uso de la tecnología apropiada dentro de los entornos de enseñanza y aprendizaje. Es decir, en cómo usar las tecnologías para obtener resultados satisfactorios en el aprendizaje de los estudiantes [7].

e) *Conocimiento del contenido tecnológico (TCK)*. Es la relación bidireccional del contenido de la materia con la tecnología, es decir, el conocimiento que deben tener los maestros sobre la materia que imparten y cómo pueden cambiar mediante el uso de tecnología [7].

f) *Conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (TPACK)*. Es un conocimiento emergente que no se limita a los tres tipos básicos de conocimiento explicados anteriormente (Conocimiento del contenido (CK), Conocimiento pedagógico (PK), Conocimiento tecnológico (TK)); lo que sugiere que es la integración de estos tres como centro de una enseñanza con tecnología, que logra dar un entendimiento de los conceptos, haciendo uso de herramientas tecnológicas y pedagógicas para dar claridad en el contenido que se desea enseñar. Este conocimiento puede ayudar a los maestros a enseñar conceptos difíciles mediante la tecnología para corregir los problemas que pueden presentar los estudiantes [7].

En otras palabras, se trataría no solo de dominar el contenido y las estrategias de enseñanza / aprendizaje, sino reconocer las herramientas tecnológicas adecuadas para dinamizar la clase. Se resalta que esta inclusión puede generar modificaciones al contenido y, sobre todo, a las prácticas de enseñanza [7].

### B. Maestros STEM

Tener profesionales preparados en carreras STEM logra generar un factor diferencial en la competitividad económica y tecnológica de los países, ya que es un tema que suscita preocupación por la disminución de estudiantes interesados en dichas carreras. Algunos de los factores que se han evaluado con relación a esta problemática son la falta de conciencia pública y una subvaloración de las asignaturas STEM [8].

Dentro de las alternativas para responder a dicha situación ha sido útil la implementación de metodologías o enfoques STEM dentro de los desarrollos curriculares de los cursos; no obstante, se reconoce que aceptar tal reto debe darse de manera voluntaria y tener acogida desde el ámbito colectivo, tanto por parte de los maestros, como de los estudiantes, hacia una proyección social. Para esto, el papel que debe jugar el estudiante [9], y el maestro es fundamental. El maestro es quien articula y genera el contenido, y también es el responsable de la enseñanza y el aprendizaje [10].

De acuerdo con la literatura revisada, el sistema educativo es un sistema complejo adaptativo que evidentemente tiene muchos actores que se relacionan y generan caos, por tanto, una de las funciones de los maestros es gestionar ese caos haciendo uso de análisis del contexto y poniéndose al servicio de sus alumnos. Lo anterior ocurre, desde luego, para cualquier tipo de aprendizaje intencionado dentro de la acción educativa, pero dado el interés del estudio respecto de las áreas STEM, y el papel que ejercen los maestros, resulta importante en dicho

contexto identificar los conocimientos, creencias y habilidades de ellos en el esfuerzo por motivar a los estudiantes [11]. En este ámbito, y asumiendo una postura voluntaria, los maestros, en el interés por acoger metodologías y enfoque STEM, deben priorizar los conocimientos que permitirán fortalecer estas habilidades entre los estudiantes desde todas las áreas que se puedan considerar.

Tal consideración se propone, siguiendo el ejemplo de la República Popular China, que ha logrado captar el interés de la población por las áreas STEM, debido a la promoción que han tenido estos temas entre los estudiantes de educación escolar y media [11]; cuestión que sugiere la construcción de una cultura encaminada a tal fin desde la escuela, con un compromiso que involucre a todos los actores institucionales, en especial, el que genere el maestro.

Los maestros no solo deben tener conocimientos como los mencionados en el modelo TPACK, sino que también deberían contar con habilidades que les permitan desarrollar su labor docente de una forma natural, habilidades para la vida, como las planteadas por [12], se hace necesario interactuar con las demás personas y que ayudan a soportar situaciones “desafiantes” y “exigentes” [13]; situaciones como las que se les presentan a los maestros en el contexto de las instituciones educativas. Estas habilidades se clasifican en tres categorías: las interpersonales, cognitivas y aquellas que hacen referencia al manejo y reconocimiento emocional (Tabla 1).

Las habilidades mencionadas en dichas categorías deben ser usadas de forma complementaria entre ellas, donde, una misma situación conllevara al uso de varias habilidades de diferente categoría [13].

TABLE I. CATEGORIZACIÓN DE LAS HABILIDADES PARA LA VIDA

HABILIDADES PARA LA VIDA		
Categoría 1: Habilidades Interpersonales	Categoría 2: Habilidades cognitivas	Categoría 3: habilidades para el manejo y reconocimiento emocional
Comunicación asertiva	Solución de problemas	Control del estrés
Negociación	Toma de decisiones	Control de sentimientos, incluyendo la ira
Confianza	Pensamiento crítico	Habilidades para aumentar el locus de control interno (manejo de sí mismo, monitoreo de sí mismo)
Cooperación	Autoevaluación	
Empatía	Análisis	
	Comprensión de consecuencias	

Nota: tomado de Manóvilak, Whitman, y Posner (2001)

La metodología STEM se vuelven un desafío para muchos maestros que no poseen los conocimientos específicos de contenido en ingeniería y áreas relacionadas [14]. Los maestros tienen el reto de integrar conocimientos nuevos con el objetivo de lograr un aprendizaje efectivo entre los estudiantes; por tanto, identificar y gestionar el conocimiento y las habilidades se vuelve relevante para los sistemas educativos actuales.

### C. Arquetipo de maestros que motivan vocaciones STEM

Esta investigación se ha enfocado en identificar un arquetipo de maestro inspirador en el contexto de las carreras STEM. Se realizaron entrevistas a maestros colombianos tanto de educación secundaria como universitaria, con el objetivo de



conocer sus conocimientos, habilidades, motivaciones y creencias. Estos maestros seleccionados son reconocidos como referentes y personas inspiradoras entre sus estudiantes y comunidades.

Las entrevistas fueron semiestructuradas y se llevó a cabo un focus group con el grupo de maestros participantes. Los resultados obtenidos se presentan en el arquetipo construido en la Figura 2, con todos los detalles disponibles en el trabajo de grado mencionado [1].



Fig. 2. Arquetipo general de maestro que motiva por las vocaciones STEM

A partir de la indagación, se genera un arquetipo general con las características sugeridas que los maestros deben desarrollar para establecer una conexión significativa con sus estudiantes y convertirse en referentes motivadores en las carreras STEM.

Los hallazgos revelan lo siguiente:

- Todos los maestros entrevistados utilizan el conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (TPACK) en su práctica docente, aunque no sean conscientes de ello ni lo reconozcan explícitamente como modelo TPACK. El uso de este conocimiento les permite desarrollar procesos, actividades y estrategias para abordar problemas y necesidades identificadas en sus contextos. Estas acciones por parte de los maestros pueden dar lugar a innovaciones educativas, como se define en el trabajo de Ramírez [15].
- Se identificaron algunas habilidades comunes entre los maestros entrevistados, como la curiosidad, la dedicación, el trabajo en equipo/cooperación, la escucha activa, la observación, la empatía, la iniciativa, la vocación, la pasión por lo que hacen y una buena motricidad fina. Estas habilidades no solo los capacitan técnicamente para trabajar con los estudiantes, sino que también les permiten establecer relaciones personales y profesionales sólidas, desempeñando su labor de manera excepcional.
- Al analizar las actividades desarrolladas por los maestros en sus clases, se identificaron patrones en términos de actividades, prácticas y estrategias similares. Estos patrones se pueden clasificar, según el criterio del investigador, en: experiencias de lo cotidiano o prácticas, estrategias lúdicas y pedagógicas, experiencias de integración de áreas de conocimiento, y estrategias con el uso de tecnología o ciencias emergentes.
- En el análisis realizado se observa que los maestros que motivan a sus estudiantes en áreas STEM muestran un gran interés por sus alumnos, son dedicados y comprometidos en su labor, y transmiten una narrativa encantadora que motiva a los estudiantes hacia el aprendizaje.

La investigación proporciona un arquetipo de maestro inspirador en las carreras STEM, destacando la importancia del conocimiento TPACK, las habilidades clave y las estrategias utilizadas por estos maestros para motivar a los estudiantes en estas áreas. Estos hallazgos ofrecen una guía valiosa para la formación y desarrollo profesional de los docentes en el contexto de la educación STEM.

### III. CONCLUSIONES

En conclusión, esta investigación ha abordado el tema de cómo los maestros influyen en la vocación de los estudiantes en carreras STEM. A través del estudio de maestros colombianos de educación secundaria y universitaria, se identificó un arquetipo de maestro inspirador en estas áreas.

Se encontró que estos maestros utilizan el conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (TPACK) de manera implícita, lo cual les permite desarrollar procesos y estrategias innovadoras para abordar las necesidades de sus estudiantes. Además, poseen habilidades como la curiosidad, la dedicación, el trabajo en equipo, la empatía y una pasión por lo que hacen,



lo que les permite establecer conexiones significativas con sus estudiantes.

Las actividades desarrolladas por estos maestros revelaron patrones comunes, incluyendo experiencias prácticas, estrategias lúdicas y pedagógicas, integración de áreas de conocimiento, y el uso de tecnología y ciencias emergentes.

Estos maestros se destacan por su compromiso y dedicación, transmitiendo una narrativa encantadora que motiva a los estudiantes hacia el aprendizaje en las carreras STEM. Su influencia va más allá de la transmisión de conocimientos, ya que despiertan la curiosidad y el interés en los estudiantes, fomentando vocaciones en áreas científicas y tecnológicas.

En este sentido, se recomienda que la formación y desarrollo profesional de los maestros se enfoque en el conocimiento TPACK, así como en el desarrollo de habilidades emocionales y sociales. Esto permitirá potenciar su capacidad para motivar a los estudiantes y convertirse en referentes inspiradores en las carreras STEM.

En definitiva, esta investigación contribuye a comprender la importancia de los maestros en la elección y desarrollo de vocaciones en áreas STEM, y ofrece un modelo a seguir para formar maestros que puedan generar un impacto positivo en la motivación de los estudiantes hacia estas disciplinas. Es necesario continuar promoviendo y apoyando la labor de estos maestros, así como fomentar la colaboración entre instituciones educativas y el sector industrial para fortalecer las oportunidades y la demanda de profesionales en el campo STEM.

En las conclusiones se presentan los aspectos claves y conclusiones de la etapa de análisis y discusión de los resultados. Pueden incluirse recomendaciones relacionadas con el trabajo y destacarse el impacto potencial del trabajo.

#### AGRADECIMIENTOS

A los maestros que han inspirado este trabajo con su dedicación y amor por lo que hacen día a día.

#### REFERENCES

- [1] Montoya, O. B. P. "Estrategias de gestión de conocimiento e innovación para promover el desarrollo de habilidades entre maestros que motivan la vocación por las carreras STEM" M.S. Tesis. Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/30593>
- [2] Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. Informe de la Unesco sobre la ciencia. [Online]. Available: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001898/189883s.pdf>. 2015
- [3] UNESCO. Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). En Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649?posInSet=1&queryId=d5f381da-86f6-442b-8f3b-a86a83220043>. 2019
- [4] Sáinz, M. Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas. En American Psychologist. [Online]. Available: <https://mujeresconciencia.com/2017/07/01/se-buscan-ingenieras-fisicas-tecnologas/>, p. 168. 2017
- [5] Fuentes del Burgo, J., Huertas Gallardo, P., y Torres Aranda, A. M. Promoción De La Ciencia, La Tecnología, La Ingeniería Y Las Matemáticas (Stem). El Proyecto Precampus. Promotion of Science, Technology. [Online]. Available: <http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos>. 2019
- [6] Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Desercion estudiantil en la educacion superior Colombina. Ministerio De Educacion Nacional. [Online]. Available: [https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-254702\\_diagnostico\\_desercion.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-254702_diagnostico_desercion.pdf). 2008.
- [7] Koehler, M. J., Mishra, P., y Cain, W. What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? Journal of Education, vol. 193, no. 3, pp. 13–19. 2013. [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/24636917>
- [8] Tanenbaum, C. STEM 2026: A vision for innovation in STEM education. Washington, DC:US Department of Education. 2016.
- [9] Vygotsky, L. S. Pensamiento y lenguaje. Madrid, España: Visor. 1987.
- [10] Osborne, JF y Dillon, J. Educación científica en Europa. Londres: Fundación Nuffield. 2008.
- [11] Dong, Y., Wang, J., Yang, Y., y Kurup, P. M. Understanding intrinsic challenges to STEM instructional practices for Chinese teachers based on their beliefs and knowledge base. En International Journal of STEM Education, Springer, vol. 7, no. 1, 2008. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00245-0>
- [12] Mangrulkar, L., Whitman, C.V., Posner, M. Life Skills Approach to Child and Adolescent Healthy Human Development. Pan American Health Organization, USA. 2001.
- [13] World Health Organization, Division of Mental Health. Life skills education for children and adolescents in schools. [Online]. Available: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/63552>. 1994.
- [14] Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Yin, H. biao, Chen, M., y Zhou, W. Validating and modelling teachers' technological pedagogical content knowledge for integrative science, technology, engineering and mathematics education. Educational Technology and Society, vol 22, no. 3, pp. 61– 73. 2019. [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/26896710>
- [15] Ramírez, M. S. Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores. México: Editorial digital. Tecnológico de Monterrey. 2012
- [16] Shulman, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reforms. Harvard Educational Review, vol. 57, no. 1, pp. 1-22. 1987.
- [17] J. J. Schwab, Science, curriculum, and liberal education: Selected essays. Chicago: University of Chicago Press, 1978.

